

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGIE

FÜR
AKADEMISCHE VORLESUNGEN

UND
ZUM SELBSTUDIUM

VON
DR. OTTO FUNKE,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG ^{im}/B.

DRITTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

DRITTER BAND.

LEIPZIG,
LEOPOLD VOSS.

1860.

LEIBNIZ

der

PHYSIOLOGIE

von

AKADEMISCHE VORLESUNGEN

von

JOHANN SEBASTIAN

von

DR. OTTO FENKE

LEHRSTUHL FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER THIERE AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

von

LEHRSTUHL FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER THIERE AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

von

DR. OTTO FENKE

von

LEHRSTUHL FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER THIERE AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

LEHRSTUHL FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER THIERE AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

von

INHALTSVERZEICHNISS

DES DRITTEN BANDES.

VIERTES BUCH.

	Seite
PHYSIOLOGIE DER ZEUGUNG	1
Allgemeines §. 263	1
Arten der Zeugung §. 264	4
Fruchtbarkeit §. 265	15
<i>Von der geschlechtlichen Zeugung</i>	22
ERSTES KAPITEL.	
<i>Von den Geschlechtern</i>	22
Charakteristik der Geschlechter §. 266.	22
ZWEITES KAPITEL.	
<i>Vom weiblichen Geschlecht</i>	28
Das Ei	28
Morphologie des Eies §. 267	28
Genese des Eies §. 268	44
Chemische Constitution des Eies §. 269	50
Weibliche Zeugungseinrichtungen §. 270	56
Vom weiblichen Geschlechtsleben	59
Allgemeines §. 271.	59
Geschlechtsreife §. 272	62
Periodische Eilösung §. 273	65
Schicksale der gelösten Eichen §. 274	80
Revolution des Weibes §. 275	86
DRITTES KAPITEL.	
<i>Vom männlichen Geschlecht</i>	87
Der Saamen	87
Morphologie des Saamens §. 276	87
Bewegung der Saamenfäden §. 277	92
Genese des Saamens §. 278	103
Chemische Constitution des Saamens §. 279	117
Männliche Zeugungseinrichtungen §. 280	121
Vom männlichen Geschlechtsleben §. 281	133
VIERTES KAPITEL.	
<i>Von der Befruchtung</i>	135
Allgemeines §. 282	135
Geschlechtstrieb §. 283	144
Begattung §. 284	147
Befruchtung §. 285	150

FÜNFTES KAPITEL.

	Seite
<i>Physiologie der Eientwicklung</i>	172
Allgemeines §. 286	172
Vorbereitende Veränderungen des Eies	175
Der Furchungsprocess §. 287	175
Keimblase, Fruchthof und Keimblätter §. 288	191
Veränderungen des Eies während der Embryoentwicklung	202
Erste Anlage des Embryo §. 289	202
Abschnürung des Embryo von der Keimblase, Bildung der Rumpfhöhle und des Darmrohrs §. 290	214
Bildung des Gefässsystems §. 291	225
Bildung des Amnion, Chorion und der Allantois §. 292	229
Mutter und Frucht	237
Das reife menschliche Ei §. 293	237
Placenta §. 294	245
Schwangerschaft und Geburt §. 295	252

VIERTES BUCH.

PHYSIOLOGIE DER ZEUGUNG.

ALLGEMEINES.

§. 263.

Nachdem wir die Erläuterung der Erscheinungen des individuellen thierischen Lebens, seiner Bedingungen und Gesetze vollendet haben, bleibt uns noch eine kleine in sich abgeschlossene und doch mit den beschriebenen vegetativen und animalen Processen in mannigfachem innigen Zusammenhang stehende Reihe physiologischer Vorgänge übrig. Der Grund zu ihrer Absonderung liegt nicht in specifischen Eigenthümlichkeiten der Processe selbst und ihrer Factoren, sondern lediglich in der Natur ihres Endresultates, oder, wem diese Ausdrucksform besser behagt, ihres Zweckes. Während die gesammte bisher betrachtete Reihe von Lebensvorgängen in ihrer wunderbaren Verkettung den Inbegriff des individuellen Lebens bildet, jeder derselben die individuelle Existenz in diesem oder jenem bestimmten Typus mehr weniger wesentlich bedingend, keiner ohne Störung, oder gänzliche Sistirung des Ablaufs der übrigen aus der Kette entfernbar, kommen wir jetzt zu Processen, deren Heerd und Erzeuger zwar ebenfalls der individuelle Organismus, deren Vorhandensein denselben sogar charakterisiren hilft, welche aber keine wesentlichen Bedingungsglieder des individuellen Lebens bilden, sondern ausschliesslich für die Erhaltung des Lebens der Gattung bestimmt sind. Es sind dies die Fortpflanzungs- oder Zeugungsprocesse¹, deren Resultat bei vollständigem normalen Verlauf und Ineinandergreifen der einzelnen Glieder die Production neuer Individuen aus den vorhandenen, in Summa also die Erhaltung einer typischen Form von Organismen als eine continuirliche Reihe auseinander hervorgebildeter vergänglicher Einzelwesen ist. Eben diese Vergänglichkeit der Individuen aller organischen Wesen ist es, aus welcher sich am eindringlichsten auf teleologischem Anschauungsgebiet die Nothwendigkeit der Begabung der Individuen mit Zeugungskraft nachweisen lässt, wenn wir die histo-

rische Thatsache des durch Jahrtausende ununterbrochenen Bestehens der einzelnen Arten von Organismen als Naturzweck, die Unmöglichkeit der Neubildung von Individuen aus Elementen der unbelebten Natur als streng erwiesenes Factum hinstellen. Leicht ist es, diese für Manchen unbefriedigende teleologische Fassung des Satzes in eine causale zu übersetzen, die Zeugung als die Ursache der factischen Erhaltung der Art trotz der gesetzmässigen Vergänglichkeit der Individuen zu erweisen. Diese Vergänglichkeit selbst ist noch ein physiologisches Räthsel. Welche Momente sind es, welche dem Ablauf der physikalisch-chemischen Processe des Lebens eine bestimmte unübersteigliche Gränze setzen, sei es, dass der Zeitraum zwischen Geburt und Tod nur wenige Stunden, oder ein Jahrhundert und mehr überspannt? Sind es Agentien der Aussenwelt, deren störende Einwirkungen sich nothwendig durch stetiges Wachsthum in solchem Grade summiren, dass endlich die Kräfte des Lebens ihrer Ueberwindung nicht mehr gewachsen sind? Oder trägt das Leben in sich selbst den Keim des Todes? Liegt in den Lebensprocessen selbst eine Quelle normaler Widerstände, physikalischer oder chemischer Schädlichkeiten, welche diese Vorgänge sistiren, sobald sie zu einer gewissen Höhe angewachsen sind? Liegt es in der Einrichtung des Organismus, dass die materiellen Substrate nur für eine gewisse Dauer zur Unterhaltung der Processe, deren Vermittler sie sind, taugen, indem eine vollkommene Restitution derselben nicht möglich ist? Steht das Leben still wie die Uhr, wenn die Widerstände der elastischen Kraft ihrer Feder das Gleichgewicht halten? Wie wir auch die Frage formuliren, welche Vermuthungen wir auch in sie hineinlegen mögen, die Wissenschaft ist ausser Stande, eine befriedigende Antwort darauf zu geben, und wird für eine solche erst reif sein, wenn sie eine ideale Stufe der Vollendung erreicht hat. Die Erkenntniss des Wesens und der Bedingungen des normalen Todes, nicht jenes weit häufigeren, durch „zufällige“ äussere Störungen herbeigeführten Todes, ist eines der letzten höchsten Probleme der Lehre vom Leben. Bevor nicht alle Bedingungen und Gesetze des Lebens so klar vor uns liegen, dass wir den Gang des Getriebes Schritt für Schritt vorherbestimmen, für jeden Moment des Lebens genaue Rechnung über Art und Werth seiner Bedingungen in diesem Moment ablegen können, so lange ist wenig Aussicht, dass wir die Ursachen des Todes bis zu ihren letzten Quellen, die vielleicht schon in der Mitte, oder gar im Anfang des Lebens entspringen, zurückverfolgen können. Jetzt kennen wir noch nicht einmal den Hergang des Todes, vermögen nicht die Reihe der Erscheinungen, unter welchen das Leben erlischt, vollständig und in ihrer natürlichen, durch wechselseitige Causalitätsverhältnisse bedingten Ordnung zu nennen. Es ist hier kein Raum, weiter auf die angeregten Fragen einzugehen; wir müssen uns begnügen, die erste Prämisse, auf welche sich der teleologische Beweis für die Nothwendigkeit der Zeugung basirt, die Vergänglichkeit der Individuen, als ein durch Erfahrung unzweifelhaft constatirtes, wenn auch vorläufig unerklärtes Factum zu betrachten. Wir fügen hinzu, dass in Wirklichkeit dies in der Vergänglichkeit der Individuen gegebene be-

dingende Moment für die Fortpflanzung durch den Umstand gewissermaassen verstärkt wird, dass nur die Minderzahl der Individuen das mögliche Extrem der Lebensdauer wirklich erreicht. Bei der Mehrzahl wird, lange bevor die aus dem Leben selbst nothwendig und gesetzmässig sich hervorbildenden Störungen zu einer tödtlichen Höhe angewachsen sind, der Tod durch den Eingriff verschiedenartiger äusserer Schädlichkeiten herbeigeführt, auf die wir die Bezeichnung zufällig anwenden dürfen, insofern sie nicht durch den normalen Gang des individuellen Lebens bedingt sind, die aber darum nicht ausserhalb des Gesetzes stehen, voraussichtlich alle als im Gesammthaushaltsplan der Natur nothwendig begründet zu erweisen sind. Wir können uns nicht darauf einlassen, alle die Störungen näher zu charakterisiren, welche, die vitalen Processe in unendlichfacher Weise qualitativ und quantitativ alterirend, jene verschiedenen Typen abnormer Verlaufsmodifikationen des Lebens hervorbringen, welche die Pathologie als Krankheiten beschreibt, und einst auf physiologische Gesetze zurückführen soll. Wir mögen und könnten nicht nachweisen, wie und unter welchen Bedingungen alle diese pathologischen Störungen den „zufälligen“ Tod der Individuen herbeiführen, noch weniger möchten wir den schwierigen Versuch wagen, in den Verhältnissen des Gesammthaushaltes die Momente aufzusuchen, welche sie und den von ihnen verursachten „zufälligen“ Tod ebenso gesetzmässig und nothwendig bedingen, als gewisse unbekannte Momente im Haushalt des einzelnen Organismus den sogenannten normalen Tod. Ebenso weisen wir nur andeutungsweise auf eine fast alle Arten lebender Wesen treffende Ursache des vorzeitigen Todes hin, deren gesetzmässige Nothwendigkeit weit klarer einleuchtet, als die der vorhergenannten Classe von Störungen: es ist dies die sogenannte „natürliche Feindschaft“, mit anderen Worten, die natur-ökonomische Einrichtung der Ernährung von Organismen durch Organismen, der Erhaltung des Lebens durch Vernichtung des Lebens. Ein Blick auf die lange Reihe der Lebensformen vom Menschen herab bis zu den einfachsten Gliedern zeigt uns tausendfältige Beispiele dieser regelmässigen massenhaften Verwendung von Individuen als Subsistenzmittel für andere. Wer kann sich hierbei teleologischer Anschauungen erwehren? Mit demselben Recht, mit welchem Jeder als unzweifelhaft betrachtet, dass die verschiedenen zur Nahrung für Mensch und Thier dienenden Pflanzenformen ihre natürliche Bestimmung in diesem Untergang zum Frommen höher organisirter Wesen finden, muss man nicht allein die regelmässige Vernichtung zahlreicher Thierindividuen der verschiedensten Arten durch den Menschen, oder durch Thiere, zum Zweck der Ernährung als in einem allgemeinen Haushaltsplan begründet betrachten, sondern darf auch die zeitweilige Verwendung menschlicher Individuen zur Ernährung von Raubthieren durchaus nicht als ausserhalb dieses Planes liegende Zufälle beklagen. Wir sagen, der Wallfisch ist auf die Tödtung zahlloser kleiner Fische und Mollusken zur Unterhaltung seiner Existenz angewiesen, der Tiger auf den Mord der in sein Bereich fallenden Säugethiere angewiesen, und rechtfertigen diesen Ausdruck

durch den Nachweis, dass die Organisation beider Thiere diesem Nahrungserwerb entsprechend zweckmässig eingerichtet ist, sowohl die physische, als die psychische, indem wir nicht weniger die Zähne und Locomotionsorgane des Tigers für den Fang und die Zerreissung lebender, locomotionsfähiger Wesen passend angelegt finden, sondern auch seinen blutdürstigen Sinn nicht als Erziehungsresultat einer freien Seele, vielmehr unter dem leidigen Titel Instinct als präformirte Seeleneigenschaft rechtfertigen. Kurz, wenn irgend etwas geeignet ist, die einfache Auffassung gewisser Erscheinungen als Thatsachen und ihre Zergliederung in Ursachen und Wirkungen unbefriedigend erscheinen zu lassen, und zur Abstraction eines zu Grunde liegenden Naturplanes zu verführen, so sind es die eben besprochenen allgemeinen Haushaltsverhältnisse der belebten Natur, in welchen wir ein gewaltiges Mittel zur Verringerung der Individuen, mithin eine zwingende Veranlassung zur Zeugung kennen gelernt haben. Die Mittel, durch welche dieser beständige Ausfall an Einzelwesen in allen Arten immer wieder gedeckt wird, zu erörtern, ist die Aufgabe des vorliegenden Abschnittes, freilich nicht in ihrem weitesten Umfange. Wenn es auch gerechtfertigt und nothwendig erscheint, zu einer allgemeinen Uebersicht der Fortpflanzungsmethoden das Material aus allen Classen belebter Wesen zusammenzutragen, müssen wir doch selbstverständlich bei den folgenden speciellen Erörterungen von einer ausführlichen Berücksichtigung der Pflanzen und selbst von einer detaillirten Durchführung durch die ganze Reihe der Thierformen absehen. Nur wo wir auf Lücken des Materials in Betreff der uns zunächst liegenden höchstorganisirten Geschöpfe stossen, wo wir der Analogien zur Beweisführung bedürfen, wo die einfacheren Verhältnisse bei niedrigeren Formen leichter und verständlicher gewisse Thatsachen erläutern, und endlich, wo es gilt, die ausnahmslose Gültigkeit gewisser Gesetze für alle Arten belebter Wesen zu erweisen, werden wir nach Bedürfniss den Schauplatz in alle Provinzen des grossen Reiches verlegen.

¹ Wir können nur eine einzige die ganze Zeugungslehre in ihrer jetzigen Gestaltung umfassende Arbeit namhaft machen, d. i. LEUCKART, Art.: *Zeugung* in R. WAGNER'S *Handwörterbuch d. Physik*, Bd. IV. pag. 707. Wir empfehlen das Studium derselben auf das Dringendste, insbesondere weil in derselben die allgemeinen Verhältnisse, denen wir hier nur beschränkten Raum widmen können, in frischer lebendiger Form, mit scharfsinniger Auswahl der Beweise aus den massenhaften Details, und endlich mit einer gebührenden das Verständniss ungemein erleichternden Verwerthung der Teleologie dargestellt sind.

§. 264.

Die Arten der Zeugung. Für die gesamte Thierreihe, von ihren höchstorganisirten bis zu ihren niedrigsten Formen herab, darf als ausnahmsloses Gesetz ausgesprochen werden, dass die Neubildung von Individuen zum Ersatz der untergehenden ausschliesslich auf dem Wege der sogenannten elterlichen Zeugung geschieht, indem die vorhandenen Individuen das Vermögen besitzen, gewisse

Theile ihrer selbst von sich abzusondern, welche unter eigenthümlichen Bedingungen zu neuen, selbständigen, gleichorganisirten Geschöpfen ausgebildet werden. Zur Annahme dieses Gesetzes berechtigen uns folgende Umstände. So weit die Beobachtung zurückreicht, ist mit Sicherheit nur die elterliche Zeugung als Productionsweg thierischer Organismen constatirt; jede Thierform stellt sich als eine ununterbrochene Reihe auseinander hervorgegangener Einzelwesen dar; nirgends zeigt uns die Geschichte eine Lücke in einer solchen Reihe, das völlige Aussterben einer Art, und ein späteres Wiederauftreten derselben durch eine Neuschöpfung, wohl aber Belege genug dafür, dass einmal in allen Individuen vernichtete Arten für immer aus der Reihe der Thierformen gestrichen sind. In zweiter Instanz stützt sich jenes Gesetz auf die directe Beobachtung der Entwicklungsvorgänge, oder wenigstens den Nachweis von Fortpflanzungsorganen bei der grössten Mehrzahl der Thierarten. Während bis vor Kurzem noch bei ganzen grösseren Gruppen weder der Act der Fortpflanzung beobachtet, noch Theile aufgefunden waren, welchen man aus Gründen der Analogie die Bestimmung, zur Neubildung von Individuen verwendet zu werden, hätte vindiciren können, hat die mächtig fortschreitende vergleichende Anatomie dieses Häuflein scheinbarer Ausnahmen mehr und mehr bis auf vereinzelte Ueberreste reducirt, und auch für diese den Nachweis des Fortpflanzungsvermögens in den Bereich der höchsten Wahrscheinlichkeit gerückt. Freilich dürfen wir nicht verkennen, dass selbst, wenn für alle Thierarten der unzweideutige Nachweis für das Vorhandensein und die Functionirung von Fortpflanzungsorganen geliefert wäre, damit durchaus nicht die Unmöglichkeit des Bestehens anderer Bildungsmethoden neuer Individuen neben der elterlichen Zeugung erwiesen wäre. Ueberhaupt hat das Gesetz der ausschliesslichen elterlichen Zeugung nur den bedingten Werth eines Erfahrungsgesetzes, zur unbedingten Geltung könnte es nur durch den untrüglichen Nachweis der Unmöglichkeit anderer Zeugungsarten erhoben werden; dieser Nachweis fehlt und dürfte schwer zu finden sein, so dass noch jetzt eine einzige, aber unzweifelhafte gegentheilige Erfahrung das Gesetz über den Haufen werfen kann. Man bezeichnet die hypothetische Entstehung von Individuen durch Neuschöpfung im Gegensatz zur elterlichen Zeugung mit dem Namen der Urzeugung, *generatio aequivoca seu spontanea, s. inaequalis*. Man hat darunter selbstverständlich weder eine Entstehung von Organismen aus „Nichts“ verstanden, noch behauptet, dass beliebige Elemente und Verbindungen der sogenannten anorganischen Natur zu lebendigen Organismen sich zusammenthun könnten; sondern man stellt sich unter Urzeugung jetzt wenigstens nur die Umwandlung einer Mischung derjenigen „organischen und anorganischen Substanzen, welche dem Thierkörper eigenthümlich sind“, zu einem solchen vor. Da nun strenggenommen auch bei der elterlichen Zeugung der zur Neubildung dienende Theil eines Individuums nichts Anderes als eine solche Mischung ist, suchte man das wesentliche Unterscheidungsmoment der Urzeugung nur in dem negativen Umstande, dass bei ihr die fragliche

Stoffmischung nicht als solche einen integrirenden Bestandtheil eines lebenden Individuums von gleicher Organisation wie das neuzuschaffende bildet, sondern aus beliebiger Quelle stammt, durch beliebige Verhältnisse zusammengebracht ist. Specieller ausgedrückt lautet die herkömmliche Vorstellung von der Urzeugung dahin, dass unter Umständen die aus einer Zersetzung thierischer oder vegetabilischer Gebilde hervorgegangenen Materien zu einem thierischen Organismus niederer Art zusammentreten sollen. Eine exactere Definition lässt sich nicht geben, da keine einzige reelle Beobachtung eines solchen Urzeugungsvorganges in allen seinen Stadien existirt. Wir werden sogleich die Umstände namhaft machen, welche früher zur Annahme der *generatio aequivoca* drängten, müssen aber vorausschicken, dass, so sehr wir überzeugt sind, dass für die Thiere nicht ein einziges Factum vorliegt, welches die Annahme elterlicher Zeugung unbedingt unmöglich, die der Urzeugung daher unvermeidlich machte, auf der anderen Seite wir uns denen nicht anschliessen können, welche eine Urzeugung als eine absolute physiologische Unmöglichkeit hinstellen. Im Gegentheil müssten wir es wohl als einen Fortschritt für die Physiologie begrüßen, wenn ein Beispiel der Entstehung eines thierischen Organismus ohne Eltern erwiesen und genau beobachtet würde, weil nur auf diese Weise ein Licht auf eine der dunkelsten Fragen geworfen werden könnte, wir meinen auf die Entstehung der ersten Repräsentanten der Thierwelt, welche noch gänzlich in den Schlacken der Fabel begraben liegt. Die erste Erzeugung eines Organismus muss natürlich eine Urzeugung gewesen sein, gleichviel ob die ersten Repräsentanten jeder Art durch eine solche entstanden sind oder zunächst nur wenige niedere Formen, aus denen sich auf eine uns freilich unbegreifliche Weise allmählig alle bestehenden herausgebildet haben; selbst wenn wir annehmen wollten, dass es Uebergangsstufen zwischen Thier und Pflanze, eine „Pflanze im Moment der Thierwerdung“ giebt, die Thiere sich also vielleicht mittelbar aus pflanzlichen Organismen entwickelt hätten, müssten wir doch zu einer Urzeugung von Vegetabilien als erstem Ausgangspunkt zurückgehen. Es würde zu nichts führen, wollten wir uns weiter auf dem Brachfeld dieses dunkelsten Theiles der physiologischen Geschichte herumtreiben; wir bezweckten mit seiner Berührung nichts weiter, als die Unhaltbarkeit einer absoluten Verwerfung der *generatio aequivoca* zu zeigen. Wir wiederholen, die Nichtbeobachtung einer solchen, sowie unsere Unfähigkeit, eine detaillirte physiologische Vorstellung von dem Hergang derselben zu bilden, beweisen nicht ihre Unmöglichkeit. Nachdem wir somit den Standpunkt bezeichnet zu haben glauben, von welchem aus die Urzeugungsfrage zu beurtheilen und zu behandeln ist, können wir einen Blick auf das thatsächliche Material werfen, aus welchem die Vertheidiger der Urzeugung früher und jetzt ihre Beweise, die Gegner ihre Widerlegungsgründe geschöpft haben. Während man in älterer Zeit sogar Amphibien und Fische unter Umständen aus faulenden organischen Gebilden hervorgehen liess, wurden mit dem Fortschritt der Forschungsmittel und Methoden diese groben Irrthümer einer nach dem anderen

aufgeklärt, und es blieben die Eingeweidewürmer und Infusorien allein, welchen lange Zeit allgemein die Möglichkeit spontaner Entstehung als ein Privilegium zugesprochen wurde.² Es basirte sich aber diese Annahme nicht auf eine einzige directe Beobachtung, welche glaubwürdig und beweiskräftig wäre, sondern leider nur auf negative Gründe, die schon als solche von sehr bedingtem Werth sind. Diese Gründe waren vor allen Dingen aus dem Vorkommen solcher Thiere an Stellen hergeleitet, zu denen man sich weder das Vordringen des entwickelten Thieres, noch das Einwandern eines Keimes erklären konnte. Die massenhafte Entwicklung von Infusorien in jedem Aufguss, in welchem zu Anfang kein einziges Exemplar derselben aufzufinden ist, das Vorkommen einzelner Parasiten im Inneren des Thierkörpers, selbst in geschlossenen Höhlen, wie innerhalb der Blutgefässe, oder in der Augenkammer: das sind die Thatsachen, für welche in der Annahme der Urzeugung die bequemste Erklärung lag. Mit Recht sagt LEUCKART, dass mit solcher Erklärung der Knoten wohl zerhauen, aber nicht gelöst wurde. Unendlich wichtige Aufschlüsse, welche die neueste Zeit über die wunderbaren Lebensschicksale der in Rede stehenden niederen Organismen gebracht hat, bieten uns jetzt die Mittel zu einer befriedigenden Lösung des Knotens, zur Zurückführung des Ursprungs der Entozoen wie der Infusorien an allen Orten ihres Vorkommens auf eine Abstammung von gleichartigen Eltern. Es sind dies besonders die Entdeckungen über Wanderungen und Generationswechsel der Entozoen; wir wissen, dass die Eier der sogenannten Entozoen, nachdem sie die Zeugungsorgane ihrer parasitisch in höheren Thieren lebenden Eltern verlassen haben, erstens nicht unmittelbar zu gleich organisirten Geschöpfen sich entwickeln, sondern erst eine Reihe unvollkommener Zwischenstufen, die man früher für eigenthümliche Species hielt, durchlaufen, dass zweitens die Entwicklung dieser Keime durchaus nicht nothwendig an den Aufenthalt in denselben Organen, welche den Wohnort der Eltern bilden, gebunden ist, sondern dass die Eier als solche, oder in den niedrigsten Entwicklungsstadien den Wohnsitz der Eltern verlassen, ausserhalb desselben sich weiter entwickeln, neue Larvenformen annehmen, um endlich unter günstigen Umständen durch active oder passive Wanderungen wieder in den Körper eines Thieres zu gelangen, um hier ihre Entwicklung zu vollenden. Das Vorkommen einzelner Entozoenindividuen in geschlossenen Höhlen hat alles Wunderbare und alle Beweiskraft für Urzeugung verloren, seitdem Einwanderungen in solche Höhlen durch Einbohren vom Darmkanal oder äusseren Theilen aus durch directe Beobachtung nachgewiesen sind. Kurz, wenn wir auch nicht in jedem gegebenen Fall im Stande sind, die Herkunft eines Eingeweidewurmes zu ergründen, seine speciellen Schicksale bis zum Ursprung seines Keimes aus einem vielleicht unter ganz anderen Verhältnissen lebenden Mutterthier zurückzuverfolgen, so genügen doch die angedeuteten Momente vollkommen, jeden Gedanken an *generatio aequivoca* zurückzuweisen. Nicht besser steht es mit den vermeintlichen Beweisen, die man aus dem Vorkommen der Infusorien geschöpft hat. Auch für diese

Thiere sind besonders durch EHRENBURG'S unermüdliche Forschungen passive Wanderungen in solchem Umfange nachgewiesen, dass ihr Vorkommen an jedem Ort, der eben nur der Luft zugänglich ist, und günstige Verhältnisse für ihr Fortkommen gewährt, erklärlich ist. Es genügt, dass der Wind dem „Aufguss“ einige wenige Exemplare zuführt, um die Erzeugung von Millionen auf elterlichem Vermehrungswege in kürzester Zeit zu veranlassen. Schliessen wir die Luft von einer solchen Infusion, die wir durch Kochen vorher von allen etwa bereits vorhandenen Infusorien befreit haben, ab oder führen wir derselben nur solche Luft zu, in welcher durch Glühen oder Leitung durch Schwefelsäure alle lebenden Organismen und Keime sicher getödtet sind, so entsteht in ihr niemals ein Infusorium, wenn auch alle vermeintlichen Bedingungen der Urzeugung in reichstem Maasse vorhanden sind. Wollten wir mit EHRENBURG auch die Desmidiaceen und Diatomeen zu den Infusorien rechnen, während sie sicher weit richtiger als vegetabilische Organismen aufgefasst werden, so liessen sich aus deren Lebensverhältnissen Momente hervorheben, welche, so bestimmt man sie früher für die *generatio aequivoca* benutzte, bei genauerer Erforschung zu Beweisen gegen dieselbe sich gestaltet haben. Nur noch ein einziges interessantes Beispiel aus der Thierwelt. Man hat die wunderbare Beobachtung gemacht, dass zuweilen im Inneren der Zellen einer Vaucheria ein Räderthierchen vorkommt, ohne dass eine Oeffnung, durch welche dasselbe hineingelangt sein könnte, nachweisbar ist. Wie evident erscheint in diesem Falle die Urzeugung! Wie einfach löst sich aber das Räthsel, wenn wir das Resultat der directen Beobachtung erfahren, dass das Thier in frühen Entwicklungsstadien durch kleine Oeffnungen der Zelle in deren Höhle sich einbohrt, und von ihrem Inhalt sich fortnährt, während die Wunden der Zellenwand wieder zuheilen. Die Moral dieses Beispiels ist einleuchtend, es lehrt, mit welcher Vorsicht wir bei der Beurtheilung solcher anscheinend unzweideutigen Erscheinungen und ihrer Verwerthung als Beweise zu verfahren haben. So viel zur Rechtfertigung unseres Ausspruches, dass das Vorkommen der *generatio aequivoca* in der Sphäre der thierischen Organismen zwar nicht unbedingt unmöglich, aber bis jetzt durch keine einzige sichere Erfahrung erwiesen ist.

Die elterliche oder homogene Zeugung, die Umbildung eines Theiles des individuellen Organismus zum neuen Individuum, ist nicht ein einfacher, bei allen Thierarten gleicher Vorgang, sondern kann auf wesentlich verschiedene Weisen realisirt werden. Man unterscheidet folgende zwei Hauptarten der Zeugung: 1) die geschlechtliche oder doppelgeschlechtliche und 2) die ungeschlechtliche Zeugung, und gründet diese Unterscheidung auf folgende Momente. Bei der geschlechtlichen Zeugung ist es ein eigenthümlicher Theil von besonderer histiologischer und chemischer Beschaffenheit, welcher zur Umwandlung in einen neuen Organismus bestimmt ist, und zwar ausschliesslich diese eine Bestimmung, im individuellen Haushalt keine Function hat. Eben dieser Theil, welcher als Ei oder weibliche Keimzelle bezeichnet wird, und gewisse wesentliche Charaktere durch

die ganze Thierreihe beibehält, wird in dem Organismus in ganz besonderen, lediglich für diesen Zweck bestimmten Apparaten, den sogenannten weiblichen Keimdrüsen oder Ovarien, bereitet. Damit dieser Keim jene Reihe von Umgestaltungen eingehe und vollende, deren Endresultat ein neues Individuum ist, bedarf er in der Regel der materiellen Einwirkung eines zweiten Stoffes, des Saamens, einer wiederum ganz eigenthümlichen, durch besondere Formelemente charakterisirten, lediglich für die Fortpflanzung bestimmten Stoffmischung, welche ebenfalls in besonderen Apparaten, den männlichen Keimdrüsen oder Hoden, bereitet wird. Das Wesentliche der geschlechtlichen Zeugung besteht demnach in der nothwendigen Vereinigung zweier besonders gebildeter thierischer Producte, des Eies und Saamens; man bezeichnet den Act dieser Vereinigung, den Hinzutritt des Saamens zum Ei, mit dem Namen Befruchtung, dem entsprechend die in Rede stehende Zeugungsart als Fortpflanzung durch befruchtete Eier. Freilich müssen wir hier schon andeuten, was später ausführlich nachgewiesen werden wird, dass in einzelnen Ausnahmefällen auch unbefruchtete Eier selbständig die ganze Reihe der Entwicklungsvorgänge bis zur Vollendung eines lebenden Individuums durchlaufen können. Es existirt bei gewissen Thieren (insbesondere den Bienen und anderen gesellig lebenden Insecten) eine Parthenogenesis, wie man die Zeugung aus unbefruchteten Eiern genannt hat. Allein erstens ist das Vorkommen dieser Parthenogenesis eben nur ein sehr ausnahmsweises, auf wenige Thiergattungen beschränktes, und zwar auf solche, bei welchen diese Zeugungsart aus bestimmten Lebensverhältnissen nicht allein teleologisch erklärbar ist, sondern durch dieselben geboten erscheint. Zweitens findet sich Parthenogenesis nirgends, bei keiner Thierart, als einzige Fortpflanzungsart, sondern stets bei doppelgeschlechtlichen Thieren neben doppelgeschlechtlicher Zeugung und zwar, in der Regel wenigstens, in der Art, dass die durch Parthenogenesis erzeugten Nachkommen ausnahmslos nur dem einen Geschlecht angehören, sei es dem männlichen (Bienen) oder dem weiblichen (Psychiden), während zur Erzeugung von Nachkommen des anderen Geschlechts doppelgeschlechtliche Zeugung stattfindet. Das Nähere darüber folgt bei der Lehre von der Befruchtung. Hier interessirt uns nur der aus den zuletzt genannten Umständen zu ziehende Schluss, dass durch die Existenz der Parthenogenesis der Begriff der doppelgeschlechtlichen Zeugung nicht erschüttert, die Bedeutung des Saamens als des zweiten dem Ei coordinirten nothwendigen Bedingungs-gliedes der Zeugung nicht widerlegt wird. Er behält diesen hohen Werth bei der bei Weitem grössten Mehrzahl der Thiere, bei denen überhaupt keine Parthenogenesis vorkommt, und selbst bei den Thieren, bei welchen sie vorkommt, in der oben ausgesprochenen Beschränkung.⁵

Wir können nicht umhin, zur richtigen Würdigung von Ei und Saamen einige allgemeine Andeutungen vorzuschicken, die in den folgenden Specialerörterungen weiter ausgeführt und bewiesen werden sollen. Saamen und Ei sind keineswegs Gegensätze, wie Nord- und Südpol, oder Säure und Basis, die zu einem Salz sich verbinden, Bezeichnungen, die

man in der Zeit der naiven naturphilosophischen Anschauungen in grosser Mannigfaltigkeit ausgesprochen und als physiologische Wahrheiten gepriesen findet. Ein Blick auf die Genese der Zeugungsstoffe und die vergleichende Morphologie ihrer Bereitungsgorgane drängt uns zu der Ueberzeugung, dass beide einander sehr nahe verwandte Producte des Organismus sind, dass kleine Modificationen einer und derselben bildenden Thätigkeit, vielleicht durch sehr geringfügige äussere Umstände veranlasst, hier die Anlage einer männlichen Keimdrüse, dort einer weiblichen, hier die Ausbildung der nächsten in Zellen bestehenden Producte der Drüsen zu Eiern, dort zu Saamen bedingen. Den unumstösslichen Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung von Ei und Saamen als Modificationen identischer Bildungen liefert die Untersuchung gewisser niedriger Thiere, bei denen wir nicht allein männliche und weibliche Keimdrüsen als ganz gleich gebaute Schläuche finden, sondern auch ihren Inhalt bei beiden Geschlechtern aus völlig gleichen Zellen bestehen, ja sogar die ersten weiteren Veränderungen dieser Zellen, eine mit dem Namen Furchung belegte Vermehrung derselben durch Theilung, bei beiden in ganz gleicher Weise verlaufen sehen. Einen nicht weniger bündigen Beweis liefert die Entwicklungsgeschichte, indem sie uns zeigt, dass es geringe Modificationen des Bildungsganges sind, welche aus einer ursprünglich bei allen Embryonen identischen Anlage hier einen männlichen, dort einen weiblichen Zeugungsapparat schaffen. Weiter müssen wir vorausschicken, dass die in der Production von Saamen und Ei bestehenden Zeugungsthätigkeiten des thierischen Organismus durchaus nicht etwa in dem Sinne specifische sind, dass sie den Processen des individuellen Lebens als eine besondere wesentlich verschiedene Classe gegenübergestellt werden dürften. Die physikalisch-chemischen Kräfte, welche die Secretionen der als Saamen und Ei bezeichneten Stoffmischungen und das Zusammentreten dieser Stoffe zu bestimmten Formelementen vermitteln, sind keine anderen, als die, als deren Resultat wir alle die übrigen Glieder der Processkette des thierischen Lebens nachgewiesen haben. Ei und Saamen sind Drüsensecrete, wie Speichel und Harn; es sind Abgaben des Blutes durch die Wände der Drüsengefässe und ihre qualitative und quantitative Zusammensetzung hängt von dem Vorhandensein und dem Grad derselben Momente ab, welche wir die Natur der Abgaben des Blutes in anderen Organen, Parenchymen und Drüsen bestimmend angenommen haben. Specieell die Beschaffenheit dieser Momente für die Absonderungsthätigkeit der Keimdrüsen und ihre Differenzen anderen Secretionsheerden gegenüber anzugeben, sind wir gänzlich ausser Stande aus Gründen, die in der Lehre vom Stoffwechsel wiederholt zur Sprache gekommen sind. Dass diese Differenzen keine beträchtlichen sind, dürften wir aus dem Umstand entnehmen, dass Ei und Saamen in Bezug auf ihre Mischung und Form durchaus nicht etwa völlig fremdartig den übrigen Geweben und Säften des Organismus gegenüberstehen. Wahrscheinlich ist kein einziger chemischer Bestandtheil des Eies oder Saamens demselben eigenthümlich, sondern alle finden sich auch anderwärts im thierischen Organismus, insbesondere

im Blute, aus welchem sie die Keimdrüsen unverändert entlehnen, nicht erst bilden, wie andere Drüsen. Die morphologische Constitution des Eies unterscheidet sich nur unwesentlich von der anderer Zellen, während wir die der Saamenelemente allerdings als eine ganz eigenthümliche kennen lernen werden. Nach dem bekannten, nicht genug zu urgirenden Gesetze, dass die physiologische Function jedes thierischen Gebildes ausschliesslich und nothwendig von dessen physikalischen und chemischen Eigenschaften abhängt, müssen wir auch die so abweichenden Schicksale von Ei und Saamen, die Umbildung ihres vereinigten Materials zu einem neuen Individuum als Resultat ihrer physikalischen Eigenschaften und Mischung betrachten, und von einer künftigen Physiologie die Lösung des grossen Räthsels erwarten, in welcher Weise scheinbar so geringfügige Differenzen dieser Eigenschaften so himmelweit verschiedene Effecte bedingen können.

Die ungeschlechtliche Zeugung ist der geschlechtlichen gegenüber dadurch charakterisirt, dass nicht ein bestimmtes, lediglich für die Fortpflanzung gebildetes Product des Mutterkörpers zum neuen Individuum wird, sondern irgend ein Bestandtheil desselben, welcher zum individuellen Organismus gehört und in demselben functionirt; dass zweitens dieser Theil nicht des Hinzutrittes eines zweiten, wiederum lediglich zu diesem Zweck gebildeten Bedingungsgliedes bedarf, um seine Umgestaltung zum neuen Geschöpf zu vollführen. Es liegt auf der Hand, dass durch diese Definition keineswegs eine bestimmte Form der Zeugung bezeichnet ist, dass je nach der Art des zur Fortpflanzung verwendeten Theiles des Mutterkörpers und nach der Art seiner Umgestaltung und Selbständigwerdung verschiedene Arten der ungeschlechtlichen Zeugung möglich sind. Man unterscheidet gewöhnlich zwei Unterarten: die Fortpflanzung durch Theilung und durch Knospenbildung, jenachdem ganze, ausgebildete, mit den wichtigsten Apparaten des Lebens versehene Abschnitte des Mutterkörpers sich abschnüren, loslösen und durch verhältnissmässig geringe Umwandlungen zu einem vollendeten Organismus sich entwickeln, oder ein Theil der Körperwandung durch besondere Wachstumsverhältnisse zu einer sich abschnürenden, und endlich durch Ablösung selbständig werdenden Knospe umgeschaffen wird. Beide Zeugungsarten sind indessen nicht streng zu scheiden; in Wirklichkeit kommen Uebergangsformen vor, die mit demselben Recht der einen oder der anderen zugerechnet werden können. Ein näheres Eingehen auf die Vorgänge der ungeschlechtlichen Zeugung liegt ausserhalb unserer abgesteckten Gränzen. Wir bemerken nur noch, dass gerade diese Vorgänge, die sich so eng und nahe an das individuelle Wachsthum anschliessen, recht deutlich beweisen, wie wenig man berechtigt ist, die Zeugungsthätigkeit des Organismus überhaupt als specifische, den individuellen Lebensprocessen gegenüberstehende zu betrachten.

¹ Die Frage nach der Existenz der Urzeugung ist in der Pflanzenphysiologie eine nicht weniger brennende als in der thierischen, und hat gerade in der neuesten Zeit eine so bedeutungsvolle interessante Phase durchgemacht, dass wir nicht umhin können, einen Blick darauf zu werfen. Es war vor allen Dingen eine staunenerregende Beob-

achtung CIENKOWSKI's, welche jedem Unbefangenen als evidentestes Beispiel wahrer Urzeugung erscheinen musste, daher auch von mir in der ersten Auflage dieses Lehrbuches als solche gedeutet wurde; eine Ahnung der jetzt gegen die Urzeugung von CIENKOWSKI selbst gegebenen Auflösung der Thatsachen konnte mir damals nicht kommen und ist selbst denen nicht gekommen, welche die ursprüngliche Deutung für Urzeugung bezweifelten. Das Factum besteht in der von CIENKOWSKI (zur *Genesis eines einzelligen Organismus*, *Bull. de l'acad. de sc. de Pétersbourg* 1856, pag. 359) beobachteten Entstehung eines einzelligen Organismus mit endogener Brut von Schwärmegebilden um Stärkekörner in faulenden Kartoffeln. Die wichtigsten Punkte der Beobachtung sind kurz folgende: Lässt man zerschnittene Kartoffeln in Wasser faulen, so bemerkt man nach einiger Zeit, dass die ursprünglich nackten Stärkemehlkörnchen einen lichten Saum erhalten, welcher sich als optischer Ausdruck einer um dieselben herumgebildeten Membran unzweifelhaft erweisen lässt. Diese Membran hebt sich mehr und mehr vom Stärkemehlkorn ab, wächst zu einer grossen runden oder länglichen, selbst schlauchförmigen Zelle aus, in welcher allmählig ein schleimiger, feinkörniger, wandständiger Inhalt zum Vorschein kommt; dieser Inhalt sondert sich in kleine rundliche Häufchen, diese Häufchen fangen an, zuckende Bewegungen zu zeigen, bohren sich an verschiedenen Stellen durch die Zellwand nach aussen und schwärmen endlich in Gestalt aalförmiger, an einem Ende mit zwei langen Wimperhaaren versehener Gebilde ganz von dem Ansehen der bekannten Algenschwärmersporen aus. Das in der Zelle liegende Stärkemehlkorn, welches während dieser Entwicklungsvorgänge meistens verkleinert und corrodirt wird, umgiebt sich nicht selten nach dem Ausschlüpfen jener Körperchen mit einer neuen Membran, und wiederholt so die ganze wunderbare Erscheinungsreihe. Eine weitere Entwicklung der ausgeschwärmten Sporen hat CIENKOWSKI damals trotz sorgfältigem Nachforschen nicht beobachten können. Diese Beobachtungen sind von mehreren Seiten bestätigt worden, ihre Richtigkeit ausser Zweifel. Sehen wir uns nun nach der Interpretation um, so hängt die Entscheidung, ob Urzeugung vorliegt oder nicht, von dem Nachweis ab, ob das um die Stärke entstehende Gebilde ein Organismus ist oder nicht, und zweitens ob seine Entstehung wirklich eine freie Zellbildung um das Stärkekorn ist. Die erste Frage ist entschieden zu bejahen, die neugebildete Zelle ist durch ihre endogene Brutbildung als Organismus unwiderlegbar charakterisirt; diejenigen, welche von dieser Seite aus CIENKOWSKI's Ansicht widerlegen wollten, sind entschieden im Unrecht. Was nun die zweite Frage betrifft, so schien eine bejahende Antwort unvermeidlich, da die sorgfältigste Beobachtung nicht die geringste Spur der Concurrenz eines Elementes, welches als mütterlicher Theil hätte gedeutet werden können, hatte entdecken können. So wunderbar und aller Analogie widersprechend die Auffassung eines Stärkekorns als Zellenblastem oder als Attractionscentrum für Zellen-substanz, so konnte doch der strengste Skepticismus keinen thatsächlichen Einwand dagegen aufreiben; alle denkbaren Vermuthungen, wie die, dass das Stärkekorn zufällig in eine präformirte Spore hineingerathen u. s. w. standen vollkommen in der Luft. Selbst so auffallende Wahrnehmungen, wie die, dass der fragliche Vorgang nicht immer, namentlich nicht mit jedem Wasser gelingt, dass die Beimischung faulender Materien, welche reich an Keimen niederer Organismen sind, weil sie ihnen die zur Entwicklung nöthigen Bedingungen gewähren, nöthig ist, selbst solche Wahrnehmungen hatten keine Kraft, die Auslegung der Beobachtung als Beispiel von Urzeugung zu erschüttern. Um so überraschender kam CIENKOWSKI's neuere Arbeit (*über meinen Beweis für die gener. primaria, mélanges biologiques*, T. II. pag. 1), in welcher er selbst den Gegenbeweis führt, und das Räthsel durch eine ganz unerwartete Entdeckung löst. Die Entdeckung lehnt sich an die Aufklärung eines anderen interessanten Factums an. In Conferenzzellen findet man häufig eigenthümliche monadenartige bewegliche Körperchen, welche BROWN Pseudogonidien genannt hat. PRINGSHEIM sah dieselben in Mutterzellen entstehen, und hielt sie für Fortpflanzungszellen der betreffenden Converfen, COHN für Entoparasiten. CIENKOWSKI dagegen wies nach, dass diese Pseudogonidien Entwicklungsstufen einer von aussen in die Zellen der Converfen (Spirogyren) eindringenden Monade (*monas parasitica*) sind; er beobachtete das Eindringen durch die Zellwand direct, sah die schleimförmige Monade sich durch letztere gleichsam hindurchpressen, ohne eine erkennbare Oeffnung zu hinterlassen. Im Innern verwandelt sich die Monade in einen hyalinen amöbenartigen Schleimklumpen, welcher keine Aehnlichkeit mehr mit dem ursprünglichen Gebilde hat, nimmt als solcher das Chlorophyll in sich auf, wandert wieder aus der Zelle heraus und nimmt dann wieder die ursprüngliche Monadenform an, um nun in sich auf ganz ähnliche Weise eine endogene Brut von Schwärmersporen oder jungen Monaden zu schaffen, wie die Stärkezelle! Ganz analog

fand CIENKOWSKI das Verhalten bei der räthselhaften Stärkezele. Er verfolgte die Schicksale der oben beschriebenen aus den Stärkezellen ausgeschlüpften Schwärmzellen, sah dieselben zur Ruhe kommen, eine strahlige Form annehmen, in einen mit Strahlen besetzten, sich wieder träge bewegenden Schleimklumpen umwandeln. Diese Schleimklumpen nehmen die Stärkekörner in sich auf, indem sie sich an ein solches anlegen und gleichsam darumgiessen! Unmittelbar nach dieser Aufnahme bewegen sich sehr häufig die von dem Stärkekorn ganz ausgefüllten Schleimklumpen mit Hülfe der erhaltenen wimperartigen Strahlen, welche CIENKOWSKI früher ebenso wie die Bewegungen in den ersten Entwicklungsstadien, von denen seine damaligen Beobachtungen ausgingen, übersehen hatte. Somit ist auch dieser Vorgang aus einem scheinbar glänzenden Zeugniß für Urzeugung unwiderruflich in einen gewichtigen Gegenbeweis verwandelt, durch welchen jetzt weit mehr der Zweifel an der Existenz der Urzeugung überhaupt gekräftigt wird, als vorher der Skepticismus durch ihn zum Schweigen gebracht war. Alle anderen pflanzenphysiologischen Thatsachen, welche jetzt allenfalls noch als Beispiele von Urzeugung in Frage kommen können, waren schon früher weit mehr dem Zweifel unterworfen, boten Spielraum für Vermuthungen, durch welche sie der elterlichen Zeugung untergeordnet werden konnten; in weit höherem Grade ist dies seit dem Umschlagen des CIENKOWSKI'schen Beweises der Fall. Wir erinnern beispielsweise an die interessanten Beobachtungen von COHN über die Entwicklung von *empusa muscae* im Innern der geschlossenen Leibeshöhle der Fliegen (vergl. COHN, *die Entwicklung von empusa muscae*, Separatabdruck a. d. Nov. act. C. C. L. 1856). Die Thatsachen sind kurz folgende: Im Herbst pflegt häufig eine eigenthümliche Epidemie die Fliegen zu befallen und in Massen zu tödten. Man findet die todtten Fliegen an Fenstern, Wänden etc. in der Stellung der lebenden mit gespreizten Beinen, nur zuweilen mit verkrümmtem Körper, regelmässig aber mit aufgetriebenem Hinterleib. Bei näherer Betrachtung findet man theils an den Fliegen Ringe einer zarten staubförmigen weissen Masse, theils in der Umgebung einen weissen Staub ausgestreut. Es besteht das Wesen dieser tödtlichen Krankheit in der massenhaften Entwicklung eines eigenthümlichen, sehr einfach organisirten Pilzes, *empusa muscae* von COHN genannt, in der Leibeshöhle der Fliegen. Nach dem Tode zeigt sich dieser Pilz in vollendeter Ausbildung: man findet innerhalb des Leibes einen engverflochtenen Filz zahlreicher aus je einer langgestreckten Zelle bestehender Pilzindividuen mit krümelichem ölreichen Inhalt. Jede solche Zelle trägt eine zweite, welche als konischer Faden auf der Aussenfläche der Fliegenhaut sitzt, und an ihrem freien Ende eine dritte rundliche Zelle trägt. Letztere schnürt sich zuletzt von dem Pilz ab, und wird als Spore von demselben fortgeschleudert; jener weisse Staub in der Umgebung der todtten Fliegen besteht lediglich aus diesen abgeschleuderten Sporen. COHN hat nun die Entwicklung dieser Parasiten bis zu ihren ersten Anfängen zurückverfolgt, und in derselben Momente gefunden, welche die Annahme der *generatio aequivoca* scheinbar nothwendig machen. Es entwickelt sich die Pilzmasse aus zahllosen ausserordentlich kleinen rundlichen Zellen, die man als einen weissen Saft zwischen den Eingeweiden in der ringsgeschlossenen Leibeshöhle findet, welche sich aber in Ansehen und Grösse wesentlich von jenen äusseren, vom entwickelten Pilz gebildeten grossen Sporen unterscheiden. Diese Zellen wiederum lässt COHN aus einer eiweiss- und fettreichen Flüssigkeit durch Aggregation der Moleküle derselben ohne Mitwirkung von Kernen und späterer Abgränzung nach aussen durch eine Membran in der Leibeshöhle entstehen, also durch Urzeugung, nicht aus Sporen, welche von gleichbeschaffenen mütterlichen Organismen herstammten. Er rechtfertigt diese Annahme erstens aus den mitgetheilten directen Beobachtungen, indem er besonders die Verschiedenheit der ersten Anfänge der Pilze von den eigentlichen Sporen derselben hervorhebt, zweitens aus der Unmöglichkeit, ein Eindringen massenhafter Sporen von aussen in die geschlossene Höhle nachzuweisen oder nur einen denkbaren Weg für diese massenhafte Einwanderung namhaft zu machen. Er weist auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass die unter dem Namen Muscardine bekannte tödtliche Krankheit der Seidenraupen, welche ebenfalls auf der inneren Entwicklung eines Pilzes, *Botrytis Bassiana*, beruht, ein vollständiges Seitenstück zu der beschriebenen Fliegenkrankheit sei. Es lässt sich nicht läugnen, dass diese Thatsachen im ersten Augenblick bestechend zu Gunsten einer Urzeugung sind, dass auch noch keineswegs ein directer Gegenbeweis gegen diese Auslegung derselben gefunden ist. Es ist richtig, dass das Eindringen von Sporen in solcher Anzahl von aussen in die geschlossene Leibeshöhle so unwahrscheinlich ist, dass es ohne directe Bestätigung nicht angenommen werden darf; allein die schönen Beobachtungen von TULASNE über einen Generationswechsel bei den Sporen der Brandpilze führen auf eine Vermuthung, welche, wenn sie sich für die *Empusa* bestäti-

gen sollte, das Räthsel auf eine sehr einfache Weise lösen würde. TULASNE, über eine Art von Generationswechsel bei den Brandpilzen (*mém. sur les Uredinées et les Ustilaginées*, *Ann. d. scienc. nat.* 4. Sér. T. II. pag. 77), wies nach, dass eine einzelne Spore derselben zunächst eine secundäre, und diese wieder eine tertiäre Brut von Sporen, die ganz verschieden von der primären sind, aus sich entwickelt, und erst diese tertiäre Brut ein Mycelium bildet. Etwas Aehnliches ist auch für die Empusa denkbar, und es würde ein solcher Generationswechsel dem massenhaften Auftreten eigenthümlicher, von den bekannten Sporen verschiedener Entwicklungszellen in der Leibeshöhle alles Wunderbare benehmen. Wie leicht könnte eine einzelne Spore durch eine Trachea oder auf anderem Wege in die Höhle dringen, und hier durch jene eigenthümliche Vermehrung die von COHN beobachteten, scheinbar durch Urzeugung entstandenen Anfänge der Pilze schaffen. Es bleibt dies vorläufig eben nur eine Möglichkeit, welche aber, so lange die Annahme der Urzeugung nur auf negative Gründe sich stützt, die vollste Beachtung verdient, und ebensoviel gegen als jene negativen Gründe für die *generatio aequivoca* beweist. — ²Vergl. besonders die unbefangene Darstellung von LEUCKART a. a. O. pag. 991. Derselbe macht darauf aufmerksam, dass man den früheren Versuchen von SCHWANN und HELMHOLTZ (*üb. das Wesen der Fäulniss u. Gährung*, MUELLER'S *Arch.* 1843, pag. 453) die volle Beweiskraft gegen Urzeugung vielleicht darum absprechen könnte, weil bei denselben durch das Glühen der Luft etc. möglicherweise auch die Lebensbedingungen für etwaige spontan entstehende Infusorien aufgehoben werden. Obwohl dieser Scrupel LEUCKART'S für die Mehrzahl jener Versuche sicher unnöthig ist, stellte derselbe doch eine Reihe neuer Versuche in folgender Weise an. Er füllte Flaschen mit Infusionen von Fleisch, Mehl, Heu und Fruchtsäften, korkte dieselben und versiegelte sie; es entwickelten sich niemals Infusorien in denselben, während eine reichliche Entstehung derselben sich in mit gleichen Infusionen gefüllten offenen Näpfchen zeigte. Da man die Nichtentstehung von thierischen Organismen in geschlossenen Gefässen auf den Mangel an Sauerstoffzutritt als Lebensbedingung schieben könnte, brachte LEUCKART dieselben Substanzen mit frischem Quellwasser in Flaschen und versiegelte diese, ohne vorher zu kochen. In vielen dieser Gefässe entstanden trotz der mangelnden Sauerstoffzufuhr zahlreiche Pilze und Infusorien, deren Keime jedenfalls im Luftraum der Gläser vorhanden waren. Endlich stellte LEUCKART Versuche in der Art an, dass er die mit gekochten Infusionen gefüllten Gläschen mit Blase verschloss, welche zwar den Durchgang körperlicher Elemente hindert, aber einen Austausch der inneren und äusseren Luft gestattet. In keinem Falle zeigte sich Infusorienbildung im Inhalt der Gläschen. Nachdem durch solche und ähnliche Versuche die Urzeugungsfrage abgethan schien, oder wenigstens erwartet werden durfte, dass ohne neue und gegen alle Bedenken gesicherte Beweise Niemand für sie in die Schranken treten würde, ist kürzlich aufs Neue durch POUCHET eine heftige Discussion über dieselbe und zwar abermals auf der alten Basis angeregt worden. (Vergl. die Aufsätze von POUCHET, POUCHET und HOUZEAU, MILNE EDWARDS, PAYEN, QUATREFAGES, CL. BERNARD und DUMAS, LACAZE-DUTHIERS in *Ann. d. scienc. nat.*, *Zoologie*, II. Sér. *Ann.* V. T. IX. pag. 347—370 und *Compt. rend.* 1859. T. XLVIII.) POUCHET beobachtete die Entstehung niederer vegetabilischer Organismen in gekochten Pflanzenaufgüssen, welche mit reinem Sauerstoff oder künstlicher Luft unter scheinbar vollkommenen Cautelen in Berührung gebracht waren. Seine Gegner hoben mit Recht mehrere Momente hervor, welche POUCHET'S Experimente der Beweiskraft für Urzeugung berauben, und führten Gegenexperimente auf, welche das Misstrauen gegen jene in hohem Grade rechtfertigten. — ³Auch in der Pflanzenphysiologie ist die Frage nach der Möglichkeit und dem Vorkommen unbefruchteter Entwicklung bei doppelgeschlechtlichen Phanerogamen eine schwebende. Eine grosse Rolle in dieser Frage spielen die Euphorbiaceen, über welche sich die Beobachtungen einer anscheinend ohne Befruchtung vor sich gehenden Embryonalbildung im Ei häufen. Das grösste Aufsehen haben besonders die von den gewichtigsten Zeugen verbürgten Beobachtungen an *Caelobogyne ilicifolia* erregt. Man fand hier nämlich regelmässig Embryonalbildung in den Eichen von Exemplaren, welche nur weibliche Blüten trugen, und gänzlich ausser Verkehr mit männlichen Exemplaren gesetzt waren. So unzweideutig diese Thatsache erschien, ist dennoch ihrer Beweiskraft neuerdings durch DEEKE ein tödtlicher Stoss versetzt worden, indem derselbe bei dieser Pflanze unter ganz gleichen Umständen doch Pollenschläuche, welche zu den Eiern vorgedrungen waren, fand. Wo sie hergekommen, ist ein Räthsel, ob vielleicht gewisse Zellen der weiblichen Blüthe doch die Rolle des befruchtenden Princip's übernehmen können, oder was sonst ihr Ursprung sei, für die unbefruchtete Entwicklung hat die Pflanze ihre Bedeutung ganz verloren; nur insofern nicht, als sie die grösste Vorsicht bei der Deu-

tung anderer Data einschärft. In Frankreich hat man über die Frage experimentirt, weibliche Blüten von den männlichen isolirt, oder ihre Griffel abgeschnitten und doch Embryonen gefunden; allein man ist zu dem Misstrauen vollkommen berechtigt, ob wirklich absolute Isolation stattgefunden, während das Eindringen von Pollenschläuchen auch ohne Narbe und Griffel durch die Wunde sicher als etwas leicht Mögliches erscheint.

§. 265.

Von der Fruchtbarkeit. Schon eine oberflächliche Betrachtung lehrt, dass die Productivität, d. h. die Zahl der von einem Individuum in gegebener Zeit producirten Keime neuer Geschöpfe bei den verschiedenen Arten der Thiere in enormem Grade verschieden ist. So lässt sich, um ein Paar extremer Beispiele zu nennen, beweisen, dass, während der Mensch jährlich einen Keim zur Entwicklung zu bringen vermag, der Elephant sogar nur innerhalb 3—4 Jahren ein Junges erzeugt, auf der anderen Seite ein Bandwurm oder eine Auster im Zeitraum eines Jahres etwa eine Million Eier producirt. Es ist von grösstem Interesse, diese Differenzen der Fruchtbarkeit etwas specieller durch die ganze Thierreihe zu verfolgen, und einestheils dieselben auf ihre physiologischen Ursachen zurückzuführen, so weit dies möglich ist, andererseits entweder auf teleologischem Wege die Nothwendigkeit der für die einzelnen Arten empirisch festgestellten Productivitätsgrössen zu begründen, oder, was auf Eins herauskommt, die Verhältnisse aufzusuchen, welche trotz jener enormen Differenzen die continuirliche Erhaltung einer im Mittel gleichen Individuenzahl bei allen Arten der Thiere bewirken. LEUCKART hat zuerst die hierzu nöthigen Daten mit grosser Sorgfalt zusammengestellt und ihre Deutung von den eben genannten Gesichtspunkten aus versucht; das Beste, was wir geben können, ist daher ein Auszug seiner trefflichen Darstellung.

Es ist eine in die Augen fallende Thatsache, dass bei keiner Thierart das Zeugungsvermögen auf ein solches Minimum reducirt ist, dass die von den vorhandenen Individuen producirt Keime eben nur die Zahl der in gleicher Zeit dem Tode anheimfallenden Individuen decken könnten, mit anderen Worten, dass je zehn Individuen nur einer Production von gerade zehn Keimen fähig wären, um ihren eigenen Verlust zu compensiren, und diese wieder durch zehn Keime zweiter Generation den durch ihren Tod bedingten Ausfall auszugleichen vermöchten. Durchgängig finden wir, wenn wir als Maassstab der Productivitätsgrösse die Zahl der von einem Individuum gebildeten Keime annehmen, einen so grossen Ueberschuss über jenes Minimum, dass, wenn alle diese Keime wirklich zu neuen Individuen ausgebildet würden, die Zahl der Repräsentanten einer Art in Kurzem um das Hundertfache bis Millionenfache vermehrt werden müsste. Da indessen bei keiner Art alle in den Ovarien gebildeten Keime in die zu ihrer vollständigen Entwicklung nothwendigen Bedingungen gebracht werden, so z. B. beim menschlichen Weibe von der enormen Zahl entwicklungsfähiger Keime, welche von einem Individuum durch den langen Zeitraum von etwa 34 Jahren hindurch regel-

mässig je einer in Intervallen von 28 Tagen ihre Bildungsstätte verlassen, nur einige wenige, im Durchschnitt 4—6 wirklich befruchtet und zur Entwicklung gebracht werden, müssen wir als richtigeren Maassstab für die Grösse der Fruchtbarkeit die Zahl der wirklich zur Entwicklung gebrachten Keime aufstellen, sobald es sich um eine Verwerthung dieser Zahlen für die allgemeinen statistischen Verhältnisse des Thierstaates handelt. Aber auch nach diesem reducirten Maassstab stellt sich eine bei allen Arten jenes Minimum weit überbietende Fruchtbarkeit heraus, wie am besten LEUCKART's Tabelle lehrt.¹ Suchen wir nun zunächst die physiologischen Momente auf, welche die verschiedenen Grade der Fruchtbarkeit bedingen. Die Fruchtbarkeit eines Thieres ist offenbar um so grösser, je beträchtlicher die Menge des von ihm producirtten Bildungsmaterials, und zweitens je grösser die Anzahl neuer Individuen, welche aus einer gegebenen Quantität jenes Materials entstehen, mit anderen Worten, je geringer die aus dem mütterlichen Material bestrittenen Bedürfnisse je eines Keimes.² Beide Factoren sind in so enormem Umfange bei verschiedenen Thieren verschieden, dass eben aus den Combinationen verschiedener Grössen derselben alle die wirklich vorhandenen Differenzen der Fruchtbarkeit resultiren. Was den ersten Factor, die Menge des vom Mutterthier producirtten Fortpflanzungsmaterials betrifft, so müssen wir von der Anschauung ausgehen, dass dieses Material eine Ausgabe des individuellen Haushaltes ist, welche seinem eigenen Bestand nicht zu Gute kommt. Zur Bestreitung derselben bedarf es daher eines Ueberschusses der Einnahmen über dasjenige Quantum, welches der Unterhalt des individuellen Lebens in Anspruch nimmt, wenn letzteres nicht durch Entziehung eines Theiles seiner Subsistenzmittel zu Gunsten des Lebens der Gattung beeinträchtigt werden soll. LEUCKART hat die Menge dieses Ueberschusses für eine grosse Reihe thierischer Haushaltungen direct zu bestimmen gesucht, indem er bei den einzelnen Gattungen das Gewicht eines Mutterthieres und das Gewicht eines Keimes in dem Zustande, in welchem er den mütterlichen Organismus verlässt, d. i. also die Menge des zu einem neuen Individuum verwendeten mütterlichen Materials und die Zahl der im Zeitraum eines Jahres producirtten Nachkommen bestimmte. Multiplicirt man das Gewicht eines Nachkommen mit der Zahl der jährlich producirtten, so erfährt man die absolute Menge des jährlich von einem Individuum erübrigten Zeugungsmaterials, also die gesuchte Ausgabegrösse, welche man nun noch, um vergleichsfähige Werthe zu erhalten, sämmtlich auf ein gleiches Maass, d. i. auf die Gewichtseinheit des Mutterthieres zu reduciren hat. Es versteht sich von selbst, dass man auf diese Weise nur sehr ungefähre Werthe erhält, da die einzelnen Bestimmungen zum Theil nur approximativ ausführbar sind, und beträchtliche Schwankungen bei verschiedenen Individuen derselben Art vorkommen. Einige Beispiele aus LEUCKART's Tabelle zur Erläuterung der Berechnungsmethode und als Belege für die Resultate. Nehmen wir an, dass ein menschliches Weib von 55,000 Grmm. Gewicht jährlich einen Nachkommen von 4000 Grmm. producirt, so beträgt die jährliche Zeugungs-

ausgabe 7,3% des mütterlichen Organismus; bei einem Schwein von 90,000 Grmm. dagegen, welches jährlich etwa 20 Nachkommen von je 2400 Grmm., also in Summa 48,000 Grmm. Zeugungsmaterial liefert, 53%, bei dem Meerschweinchen 200%, bei der Maus sogar 295%; unter den Vögeln beim Bussard 13%, bei der Krähe 40%, bei der Grasmücke 150%, beim Leghuhn (von 900 Grmm. mit jährlich 100 Eiern à 44 Grmm.) 500%; unter den Amphibien beim Frosch trotz der jährlichen Erzeugung von 2800 Nachkommen doch nur 15,5%, bei der Ringelnatter bei 30 Nachkommen 45,5%; unter den Fischen beim Stichling bei 180 Eiern 24,4%, bei der Schleie mit 15,000 Eiern 20%, bei dem Haring mit 47,000 Eiern 23%. Aus der Classe der Evertebraten erwähnen wir nur ein einziges extremes Beispiel: eine Bienenkönigin producirt jährlich etwa 11,000% Bildungsmaterial, also 22 mal so viel als ein Leghuhn, wie LEUCKART neuerdings ermittelt hat. Er bezeichnet daher die Bienenkönigin, bei welcher der in Rede stehende Factor so enorm hoch ist, als eine Art Eimaschine, deren Thätigkeit fast ganz in der Production von Eiern aufgeht. Es fragt sich nun, von welchen Momenten im individuellen Haushalt die mögliche Grösse der Ersparnisse abhängt, welche Umstände z. B. beim Leghuhn die jährliche Erübrigung des Fünffachen seines Körpergewichts für die Zeugungsausgaben möglich machen, während letztere beim Menschen und vielen Thieren nur bis zu einem kleineren oder grösseren Bruchtheil des Körpergewichts erschungen werden können. Im Allgemeinen lautet LEUCKART's Antwort hierauf: „Je günstiger sich das Verhältniss zwischen Erwerb und Verbrauch, die Bilanz zwischen den Einnahmen und Ausgaben gestaltet, desto schneller wird ein Ueberschuss herbeigeschafft, desto mehr das zurückgelegte Capital in bestimmter Zeit anwachsen.“ Trefflich weist er sodann die speciellen Branchen des individuellen Haushalts nach, von denen hauptsächlich die Gestaltung der Bilanz bestimmt wird. Die kostspieligste Function des thierischen Organismus ist die Bewegung; die Ernährung der Muskeln, der Wiederersatz ihrer durch die Thätigkeit umgesetzten Bestandtheile beansprucht das meiste Material, und bestimmt mittelbar die Grösse der meisten übrigen Ausgaben. Je grösser die Last des fortzubewegenden Körpers, je umfangreicher, energischer, häufiger und anhaltender die durch die Lebensweise, Nahrungserwerb u. s. w. nothwendig gemachten Bewegungen, desto beträchtlicher ist der Consum an Ernährungsmaterial für die Muskeln. Es erklärt sich daher die geringere Menge des Zeugungsmaterials bei grösseren Thieren überhaupt aus dem ungünstigen Verhältniss zwischen der zu bewegenden Masse und der Grösse der Bewegungskraft, da mit der zunehmenden Grösse das Körpergewicht im Cubus, die Bewegungskraft, welche dem Querschnitt der Muskeln proportional ist, nur im Quadrat wächst. Die genannten Umstände erklären ferner die grössere Productivität eines Leghuhns der eines Zugvogels, oder noch mehr derjenigen einer Fledermaus gegenüber, welche gewisse bei den Vögeln die Anstrengung beim Fliegen vermindernde Organisationsverhältnisse entbehrt. Es erklärt sich ferner aus dem Bewegungsaufwand die ausserordentlich geringe

Productivität eines Zugpferdes u. s. w. Während so auf der einen Seite die unvermeidliche Grösse gewisser Ausgaben eine Ersparniss begünstigt oder beeinträchtigt, können wir auf der anderen Seite die factischen Fruchtbarkeitsdifferenzen zu einem guten Theil auch auf die günstigen oder ungünstigen Verhältnisse der Einnahmen zurückführen. Wären die Zuflussquellen des Organismus unbeschränkt, so dass unter allen Umständen eine beliebige Anpassung derselben an das Ausgabebudget möglich wäre, so würden auch mit Leichtigkeit selbst bei den ungünstigsten Verhältnissen des letzteren Ueberschüsse zur Bildung von Zeugungsstoffen erzielt werden können. Allein dem ist nicht so. Erstens sind der Einnahmefähigkeit gewisse Gränzen durch die Organisation gesteckt; der Thierkörper kann nur ein bestimmtes Maximum in der Zueigmachung äusserer Stoffe erreichen, dasselbe aber trotz der ungehinderten Zufuhr von Nahrungsmitteln in den Darmkanal nicht übersteigen. Es bedarf nur eines Hinweises auf die zu Tage liegenden Ursachen dieser Beschränkung; die Menge und Verdauungskraft der secernirten Darmsäfte, die Grösse der Resorptionsfläche des Darmrohres u. s. w. setzen durch ihre eigene bestimmte Begränzung dem Einnahmequantum eine bestimmte unübersteigliche Schranke. Zweitens liegt es an mannigfachen äusseren Verhältnissen, dass durchaus nicht immer das mögliche Einnahmemaximum wirklich erreicht wird, und drittens ist bei manchen Thieren der Erwerb der Einnahme selbst mit Ausgaben verbunden, welche mit der Grösse der Einnahme steigen, und daher den Vortheil der vergrösserten Zufuhr theilweise aufheben. Von diesen Gesichtspunkten aus erklärt sich die Erfahrung, dass die Productivität unserer Hausthiere mit der Reichlichkeit der Nahrung bis zu gewissen Graden gesteigert werden kann, dass *ceteris paribus* alle Thiere fruchtbarer sind, welche ihre Nahrungsmittel zu jeder Zeit in reicher Menge vorfinden, dieselben nicht erst unter Aufbietung beträchtlicher Muskelanstrengungen aufsuchen und sich aneignen müssen, dass demnach im Allgemeinen die Pflanzenfresser fruchtbarer als die Fleischfresser, unter letzteren die eigentlichen Raubthiere am wenigsten productiv sind.

Weit grössere Differenzen als die Productivität der verschiedenen Thiergattungen an Bildungsmaterial bietet der zweite Factor der Fruchtbarkeit: die Grösse der embryonalen Bedürfnisse, mit anderen Worten, die Ausgabe des mütterlichen Organismus für je ein neues Individuum. Es lehrt dies schon eine oberflächliche Betrachtung, ein Vergleich der Verhältnisse beim Menschen, wo nicht allein die ganze Summe des jährlich producirtten Zeugungsmaterials auf die Erzeugung eines einzigen Individuums verwendet wird, sondern ebendasselbe auch nach vollendeter Entwicklung längere Zeit Kostgänger des mütterlichen Organismus ist, mit den Verhältnissen beim Frosch z. B., bei welchem sich die jährlich verausgabten 15,5% Zeugungsstoffe auf circa 2800 neue Individuen vertheilen, so dass auf eines derselben nur 0,008% Material kommen. LEUCKART hat eine Tabelle für die Grösse der embryonalen Bedürfnisse der verschiedenen Thiere unmittelbar aus den für die Productivität des Mutterkörpers benutzten Daten berechnet, indem er als

Maass dieser Grösse das Gewicht eines neugeborenen Jungen oder Eies, in Procenten des Muttergewichts ausgedrückt, aufstellt. Es ergibt sich diese Grösse, um einige Beispiele zu nennen, für den Menschen zu 7,3 ‰, für das Schaf 20 ‰, für das Meerschweinchen 8 ‰, für die Maus 8,5 ‰, für den Bussard 5,5 ‰, für die Krähe und das Haushuhn 5 ‰, für die Grasmücke 10,8 ‰, für die Ringelnatter 3,3 ‰, für den Frosch 0,008 ‰, für den Stichling 0,12 ‰, für die Schleie 0,0013 ‰, für den Haring nur 0,0005 ‰. Im Allgemeinen lehren diese und alle übrigen Zahlen der LEUCKART'schen Tabelle unzweideutig, dass die Grösse der embryonalen Bedürfnisse mit der Vereinfachung der Organisation abnimmt. Als Mittelwerthe für die einzelnen Thierclassen berechnet LEUCKART folgende Zahlen: bei den Säugethieren beträgt die in Rede stehende Grösse 10 ‰, bei den Vögeln 8 ‰, bei den beschuppten Amphibien 5 ‰, bei den nackten 0,312 ‰, bei den Plagiostomen 5 ‰, bei den Knochenfischen 0,09 ‰. Bei den wirbellosen Thieren stellen sich durchweg niedrige Werthe heraus. Je grösser die Individuenzahl, auf welche der mütterliche Organismus das erübrigte Material vertheilen kann, desto grösser die Fruchtbarkeit; da dieses Verhältniss bei den niedrigen Thierclassen immer günstiger sich gestaltet, sehen wir auch im Allgemeinen die Fruchtbarkeit, d. h. die Zahl der von einem Individuum gelieferten neuen Individuen, beim Herabsteigen in der Thierreihe in enormem Grade zunehmen, trotzdem dass die Gesamtmenge des Bildungsmaterials bei niedrigen Thieren zum Theil geringer als bei Vögeln und Säugethieren ist. Inwiefern die Vereinfachung der Organisation die Grösse der embryonalen Bedürfnisse zu vermindern vermag, lässt sich nur in allgemeinen Andeutungen sagen. Je einfacher der Organismus, je weniger complicirt seine einzelnen Apparate, desto kürzer ist die Dauer des Entwicklungsprocesses, desto geringeres Material ist zu seiner Durchführung erforderlich. Es ist aber noch ein zweites Moment von wesentlichem Einfluss auf die Grösse der embryonalen Bedürfnisse, d. i. der Entwicklungsgrad, in welchem die Jungen geboren werden. Die Ausgaben der Mutter für je ein Individuum werden nothwendig um so geringer, je unvollkommener der Zustand, bis zu welchem der Keim die Bestreitung des Entwicklungsaufwandes von der Mutter beansprucht, gleichviel ob diese Entwicklungsstufe innerhalb des mütterlichen Organismus oder erst ausserhalb mit Hülfe der erhaltenen Mitgift erreicht wird. Der Mensch wird in vollendeter Entwicklung geboren, bezieht nicht allein bis zur Geburt, sondern auch nach derselben alles Ernährungsmaterial ausschliesslich von der Mutter, kein Wunder, wenn daher die embryonalen Bedürfnisse beim Menschen und den Säugethieren überhaupt sehr beträchtlich ausfallen; die Zahlen LEUCKART's sind entschieden zu niedrig für dieselben, da sie ohne Berücksichtigung der enormen Ausgabe des mütterlichen Organismus an Milch zur Ernährung *post partum* berechnet sind. Einen auffallenden Beweis für das in Rede stehende Abhängigkeitsverhältniss liefert eine Vergleichung des Huhns und Frosches; bei ersterem betragen die embryonalen Bedürfnisse 5 ‰, bei letzterem nur 0,008 ‰ des mütterlichen Körpergewichts. Es erklärt

sich diese Differenz zu einem kleinen Theile aus der allgemeinen Verschiedenheit der Organisation beider Thiere, zum grössten Theil aber aus dem Umstande, dass das Huhn genöthigt ist, dem Ei das sämmtliche Material, welches dasselbe bis zur vollendeten Entwicklung des Embryo bedarf, mit an die Aussenwelt zu geben, während das Froschei nur eine sehr kleine Mitgift zur Grundlegung für den Embryo erhält, das übrige Material dagegen von der Aussenwelt bezieht. Wahrscheinlich reicht das mütterliche Material nicht einmal vollständig bis zur Ausbildung jener unvollkommenen Larvenform, in welcher der Embryo das Ei verlässt, um eine eigene Wirthschaft anzufangen, aus selbständigem Erwerb seine beträchtlichen weiteren Ausbildungskosten zu bestreiten. Eine solche stiefmütterliche Begabung des Eies vom Mutterkörper aus ist in höherem Grade bei Wasserthieren als bei Landthieren möglich, da das Wasser weit günstigere Verhältnisse für eine frühzeitige selbständige Nahrungsaufnahme von aussen den noch unvollständig entwickelten Keimen oder Embryonen, oder „Larven“ darbietet, als das Land. Aus diesem Gesichtspunkt sucht LEUCKART die empirisch constatirte grössere Fruchtbarkeit der Wasserthiere im Allgemeinen den Landthieren gegenüber zu erklären.

So weit die physiologische Begründung der Fruchtbarkeitsdifferenzen; nur einen kurzen Blick auf die teleologische Seite der Frage. Stellen wir die Erhaltung einer jeden Thierart in einer ohngefähr gleichen Individuenzahl als Naturzweck hin, so werden wir *a priori* eine innige Proportionalität zwischen Vergänglichkeit und Productivität bei den einzelnen Arten erwarten. Wir werden eine um so grössere Fruchtbarkeit nothwendig finden, je schwieriger es den Keimen gemacht ist, die zu ihrer vollendeten Entwicklung erforderlichen äusseren Bedingungen zu finden, je mehr derselben zu Grunde gehen, bevor sie ihre Bestimmung, als Ersatzmänner der untergegangenen älteren Generationsglieder zu dienen, und selbst neues Material zur Erhaltung der Art zu liefern, erreicht haben. Bei einer Thierart z. B., wo im Durchschnitt von tausend Keimen nur einer wirklich zum vollkommenen zeugungsfähigen Individuum wird, erscheint uns die Begabung mit einer hundertfach grösseren Fruchtbarkeit am Platze, einer Art gegenüber, bei welcher von je zehn Keimen im Durchschnitt einer zur vollen Ausbildung und Functionirung im Haushalt der Art gelangt. Die äusseren Umstände, welche durch eine Erhöhung der Vergänglichkeit der Keime und der ausgebildeten Individuen eine entsprechende Höhe der Fruchtbarkeit fordern, sind sehr mannigfacher Art, und liegen bei vielen Thierarten so nahe, dass sich die teleologische Erklärung des bei ihnen vorhandenen Fruchtbarkeitsgrades aus diesen Umständen von selbst aufdrängt. So ist uns von diesem Standpunkt aus die ungeheure Fruchtbarkeit einer Taenia erklärlich, wenn wir bedenken, dass von Millionen aus dem Wohnort des Mutterthieres entleerten Keimen höchstens einigen wenigen es gelingt, nach Durchlaufung verschiedener Metamorphosen in einen gleichen Wohnort einzuwandern, um daselbst ihre Entwicklung zu vollenden. So wird uns eine grössere Fruchtbarkeit überall erklärlich erscheinen, wo wir eine

heftige Verfolgung durch überlegene Feinde, eine mangelhafte Begabung mit Schutzmitteln gegen dieselbe (Waffen oder günstige Locomotionsverhältnisse, oder unzugängliche Zufluchtsorte) beobachten. Kurz, es dürfte vielleicht keine einzige Thierart sich finden, bei welcher kein einziger Anhaltspunkt in den allgemeinen Lebensverhältnissen für eine teleologische Begründung ihres Fruchtbarkeitsgrades sich darböte; eine genauere Durchführung dieser Betrachtungen würde uns hier zu weit führen. Das evidente Resultat dieser durchgängig genauen Proportionalität zwischen Fruchtbarkeit und Vergänglichkeit ist die Thatsache, dass, so weit die Beobachtung zurückreicht, die Zahl der lebenden Wesen überhaupt, aber auch die Individuenzahl der meisten Gattungen sich weder wesentlich vermehrt noch vermindert hat. Wo die Statistik eine erhebliche Vermehrung einer einzelnen Art nachweist, findet sich regelmässig eine entsprechende Verminderung einer oder mehrerer anderer Arten, auf deren Kosten jene erste gewachsen ist; umgedreht compensirt sich jede Verminderung einer Art durch eine Vermehrung ihrer natürlichen Feinde.

¹ Wir entlehnen LEUCKART'S Tabelle (a. a. O. pag. 710) nur wenige Beispiele aus den verschiedenen Thierclassen, um die ungeheuren Differenzen der Fruchtbarkeit zu beweisen:

der Mensch	producirt jährlich	1 Mal	1 Junges.
Katze	„ „	2 „	3—6 „
Hund	„ „	2 „	4—9 „
Pferd	„ alle 2 J.	1 „	1 „
Elephant	„ alle 3—4 J.	1 „	1 „
Schwein	„ jährlich	2 „	6—12 „
Schaf	„ „	1—2 „	1—2 „
Hirsch	„ „	1 „	1 „
Hase	„ „	2—3 „	2—5 „
Kaninchen	„ „	5—8 „	4—7 „
Maus	„ „	4—6 „	4—10 „

	producirt jährlich	1 Mal	2 Eier.
Condor	„ „	1 „	5 „
Thurmfalk	„ „	1 „	2—3 „
Uhu	„ „	2 „	4—5 „
Elster	„ „	2 „	5—7 „
Staar	„ „	2—3 „	4—6 „
Sperling	„ „	2 „	6—10 „
Baumläufer	„ „	—	12—18 „
Strauss	„ „	1 „	12—20 „
Fasan	„ „	1 „	15—20 „
Rebhuhn	„ „	—	100 u. mehr „
Haushuhn	„ „	—	40—50 „
Hausente	„ „	—	—

	producirt jährlich	—	40—70 Eier.
Krokodil	„ „	1 Mal	8—12 „
Eidechse	„ „	1 „	20—35 „
Ringelnatter	„ „	1 „	100—180 „
Seeschildkröte	„ „	1 „	2500—3800 „
Frosch	„ „	1 „	—

Zitterrochen	producirt jährlich 2 Mal	2—6 Junge.
Hausen	„ „ „	etwa 3,000,000 Eier.
Lachs	„ „ „	27,000 „
Barbe	„ „ „	8000 „
Schleihe	„ „ „	290,000 „
Stichling	„ „ „	200 „

Ganz ausserordentliche Differenzen finden sich in den verschiedenen Classen der wirbellosen Thiere; so producirt unter den Mollusken die Gartenschnecke jährlich nur 30—70 Eier, die Auster 1,000,000; unter den Arthropoden der Seidenschmetterling jährlich 300—400, eine Biene etwa 10,000, Carcinus maenas bis 3,000,000 Eier, die Blattlaus in 8 Tagen 70—90 Junge. — ² LEUCKART drückt das Abhängigkeitsverhältniss der Fruchtbarkeit f von der Menge des producirtten Bildungsmaterials m und der Grösse der embryonalen Bedürfnisse n durch die Formel $f = \frac{m}{n}$ aus.

VON DER GESCHLECHTLICHEN ZEUGUNG.

ERSTES KAPITEL.

VON DEN GESCHLECHTERN.

§. 266.

Allgemeine Charakteristik der Geschlechter. Wir haben im Vorhergehenden das Wesen der geschlechtlichen Zeugung, welche uns im Folgenden ausschliesslich beschäftigen wird, in der nothwendigen Vereinigung zweier differenter thierischer Secrete, die als Saamen und Ei bezeichnet wurden, gefunden. Die Production des einen oder des anderen dieser beiden Secrete charakterisirt das Geschlecht eines individuellen Organismus, und zwar bildet die Secretion der als Saamen bezeichneten Mischung das wesentliche Merkmal des männlichen Geschlechts, die Bildung von Eiern das des weiblichen Geschlechts; Saamen und Ei werden dem entsprechend als männliche und weibliche Geschlechtsstoffe bezeichnet. Alle übrigen Geschlechtsverschiedenheiten, d. h. alle übrigen Eigenthümlichkeiten der Organisation und der Lebenserscheinungen, welche in verschiedener Art und verschiedenem Grade bei verschiedenen Thiergattungen constant mit der Existenz männlicher und weiblicher Geschlechtsstoffe bei einem Individuum verbunden sind, können nur als unwesentliche betrachtet werden. Es giebt Thiergattungen, bei welchen alle Geschlechtsverschiedenheiten auf die einzige allein charakteristische, das Vorhandensein von Eiern oder Saamen in den völlig gleich gebauten Geschlechtsdrüsen, reducirt sind. Es giebt ferner zahlreiche Gattungen, bei welchen der individuelle Organismus gar kein specifisches geschlechtliches Gepräge besitzt, indem

derselbe gleichzeitig mit der Production beider Geschlechtsstoffe beauftragt ist. Wir wollen im Folgenden Bedeutung und Werth der wesentlichen und unwesentlichen Geschlechtsverschiedenheiten näher zu würdigen versuchen.

Obenan steht der scheinbar paradoxe Satz, dass alle Geschlechtsverschiedenheiten ohne Ausnahme nur Modificationen identischer, beiden Geschlechtern gemeinsamer Grundbildungen sind; es giebt keine dem männlichen oder weiblichen Geschlecht ausschliesslich angehörige Eigenthümlichkeit, welche nicht ein vollständiges Analogon im anderen Geschlecht aufzuweisen hätte. Selbst Saamen und Ei sind, wie schon angedeutet, nur verschiedene Entwicklungsproducte als identisch zu betrachtender Keimzellen, und diese wieder die Producte vollständig analoger aus identischer Anlage hervorgegangener Bildungsapparate. Wir werden unten die Beweise für diese Analogie von Saamen und Ei, Hode und Ovarium bei der Betrachtung ihrer Genese beibringen. Für alle übrigen Geschlechtsverschiedenheiten ist es leicht zu beweisen, wie sie mittelbar durch das Vorhandensein des einen oder des anderen Zeugungsstoffes, durch die Verpflichtung des individuellen Organismus, für die Herstellung aller Bedingungen, an welche die Erfüllung der physiologischen Aufgabe des ihm zuertheilten Keimstoffes geknüpft ist, zu sorgen, bedingt sind, ebenso leicht aber auch, für jede solche männliche oder weibliche Zeugungseinrichtung das Analogon im anderen Geschlecht aufzufinden. Nur wenige Beispiele. Bei einer grossen Anzahl von Thieren ist das Zusammenkommen beider Geschlechtsstoffe innerhalb des weiblichen Organismus, ohnweit der Bereitungsstätte der Eier, nothwendig gemacht, sei es durch den Umstand, dass das befruchtete Ei seine vollständige Entwicklung innerhalb des weiblichen Organismus durchläuft, sei es durch die Umhüllung des Eies bei seinem Uebergang in die Aussenwelt mit für den Saamen impermeablen Schutzhüllen, oder zur Sicherung der Vereinigung beider Stoffe, welche sich in dem äusseren Medium leicht verfehlen würden. In allen diesen Fällen waren Apparate zur Ueberführung des Saamens in den weiblichen Körper und seiner Zuleitung zu den Eiern unter den geeigneten Verhältnissen nothwendig gemacht; wir finden dieselben in den unendlich mannigfachen activen und passiven Begattungswerkzeugen der Männchen und Weibchen. Wie himmelweit verschieden erscheint auf den ersten Blick das active Begattungsorgan des männlichen Säugethieres, der Penis, von den passiven Organen des Weibchens, Vulva, Vagina und Uterus; und dennoch lehrt uns die Entwicklungsgeschichte der Genitalien auf das Unzweideutigste, dass der Penis des Mannes identisch mit der weiblichen Clitoris, das Scrotum identisch mit den grossen Schamlippen, die *vesicula prostatica* mit Scheide, Uterus und Tuben. Ueberhaupt stellt uns nichts leichter auf den richtigen Standpunkt bei Betrachtung der Geschlechtsverschiedenheiten, als die Wahrnehmung, dass ursprünglich alle Embryonen geschlechtlich vollkommen indifferent, nicht von ihrer ersten Anlage an zum männlichen oder weiblichen Geschlecht prädestinirt, dem entsprechend von Grund aus nach einem anderen Plane aufgebaut

werden. Nachdem der Embryo bereits in allen Haupttheilen angelegt ist, ohne dass sich eine Andeutung geschlechtlicher Differenzirung zeigte, entsteht in seiner Leibeshöhle und ausserhalb ein Complex eigenthümlicher Gebilde, die Grundlage des späteren Genitalapparates, in ganz gleicher Form bei allen Embryonen. Auch diese erste Grundlage ist noch als indifferent zu betrachten, als befähigt, je nach der Beschaffenheit später hinzutretender äusserer Bestimmungsmomente, entweder zu einem weiblichen, oder zu einem männlichen Genitalapparat sich umzugestalten, und zwar lediglich durch kleine Abänderungen in dem Entwicklungsgange ihrer einzelnen Theile, Verkümmern oder Stehenbleiben auf niedrigen Stadien gewisser Theile bei dem einen Geschlecht, die bei dem anderen vorzugsweise weiter entwickelt wurden u. s. w. Manche Geschlechtseigenthümlichkeit kommt sogar erst in späteren Lebensperioden, im erwachsenen Thiere zur Ausbildung. So sehen wir beim Menschen einen grossen Theil der Geschlechtseigenthümlichkeiten, alle jene auffallenden Verschiedenheiten der Körperform und Ausbildung einzelner Organe und Organensysteme, welche dem ganzen Körper das geschlechtliche Gepräge aufdrücken, erst in späteren Lebensjahren, beim Manne im 17. bis 18. Lebensjahre, bei der Frau etwas früher, plötzlich durch Modificationen des Wachstums und der Ernährung zu Stande kommen. Wir erhalten die Gewissheit der geschlechtlichen Bedeutung aller dieser, zum Theil in keinen offenbaren Zusammenhang mit der Zeugungsthätigkeit zu bringenden Eigenthümlichkeiten durch die Wahrnehmung, dass diese Umwandlungen mit der ersten Production reifer, functionsfähiger Geschlechtsstoffe in den Geschlechtsdrüsen zeitlich zusammenfallen und ausbleiben, wenn diese Production durch irgend welche Umstände gehemmt wird.

Je höher und complicirter die Organisation eines Thieres, desto zahlreicher und ausgeprägter finden wir im Allgemeinen die Geschlechtsverschiedenheiten, welche die Gegenwart männlicher oder weiblicher Keimdrüsen im individuellen Organismus mit sich bringt. Eine nähere Betrachtung dieser Verschiedenheiten der Organisation und der damit verknüpften, oder richtiger, sie bedingenden verschiedenen Thätigkeiten im Dienste der Zeugung führt uns zu einer richtigen Auffassung des Dualismus der Geschlechter einerseits, d. h. der Vertheilung beider Zeugungsstoffe und der Zeugungsgeschäfte auf je zwei Individuen, lehrt uns aber auch andererseits die bei einer grossen Anzahl von Thiergattungen constatirte Vereinigung beider Geschlechtsstoffe und der von ihnen bedingten Thätigkeiten in einem Individuum, den sogenannten Hermaphroditismus, erklären, wäre es auch nur nach teleologischen Principien. Bei Betrachtung der Fruchtbarkeitsverhältnisse haben wir die Production der Geschlechtsstoffe als eine Ausgabe des thierischen Haushaltes kennen gelernt, deren Bestreitung die Erübrigung eines Ueberschusses von zum Theil enormer Grösse über den Bedarf des individuellen Betriebes erfordert. Wenn auch die dort angestellten Rechnungen speciell nur auf die bei Weitem beträchtlichere Ausgabe der weiblichen Geschlechts-

stoffe bezogen waren, so bedarf es doch keiner näheren Erörterung, dass die Production des Saamens ganz von demselben Gesichtspunkt aus zu beurtheilen ist. Ist auch an sich die Saamenbereitung eine relativ kleine Ausgabe, so kommt sie doch wohl in Betracht, wenn sie sich zu der grösseren Ausgabe der Eimaterialien addirt. Die Aufbürdung beider Ausgaben an einen einzigen Haushalt erscheint daher schon als eine Last, welche nur da erträglich ist, wo sie entweder in Folge geringer Fruchtbarkeit, oder geringer embryonaler Bedürfnisse relativ niedrig ist, oder wo der individuelle Haushalt bei günstiger Gestaltung der Einnahmen verhältnissmässig geringen Aufwand für sich selbst in Anspruch nimmt. Wo dies dagegen nicht der Fall ist, wo die oben namhaft gemachten Umstände eine grosse Fruchtbarkeit erfordern, und andererseits die Complicirtheit und Kostspieligkeit der einzelnen Branchen des individuellen Lebens die Ersparniss von Ueberschüssen mehr weniger beschränkt, da würde die Bestreitung beider Ausgaben unerschwingbar geworden sein. Das natürliche Mittel zur Vermeidung dieser Ueberlastung war in einer Vertheilung beider Ausgaben auf je zwei Individuen geboten, ein Mittel, dessen Anwendung ohne jede Beeinträchtigung der Fortpflanzungsinteressen möglich war, sobald trotz dieser Vertheilung ein regelmässiges rechtzeitiges Zusammentreffen beider Bedingungsglieder durch irgend welche Vorkehrungen gesichert wurde. Es lässt sich aber der Dualismus der Geschlechter, der einstmals von einer verirrten Naturphilosophie aus ganz anderen Gründen als eine absolute Nothwendigkeit dargestellt wurde, auf dem eben von uns betretenen Wege noch weiter rechtfertigen. Mit der Production von Ei und Saamen sind die Zeugungsthätigkeiten noch keineswegs erschöpft; bei der grossen Mehrzahl der Thiere, und zwar besonders bei den höchstorganisirten, reihen sich an die Bereitung der Geschlechtsstoffe noch eine Menge anderer, zum Theil kostspieliger Arbeiten des elterlichen Organismus, welche für die normale Entwicklung der befruchteten Eier und das weitere Fortkommen der neugeborenen Jungen unerlässliche Bedingungen herbeiführen. Wir können hierher z. B. die Milchsecretion der Säugethiere rechnen, wenn wir diese nicht richtiger direct mit auf das Conto der Keimstoffe schreiben; es gehören aber sicher hierher alle die mannigfachen Thätigkeiten der Brutpflege, die Herbeischaffung von Subsistenzmitteln für die Brut, die Vertheidigung derselben gegen Feinde u. s. w., Thätigkeiten, welche mit einem Aufwand von Bewegungskraft und daher Bewegungsmaterial nothwendig verknüpft sind, demnach ebenso, wie Saamen- und Eisecretion (indirecte) Ausgaben des elterlichen Haushaltes erheischen. War demnach für den einzelnen Organismus, ausser bei ungewöhnlich günstiger Bilanz zwischen Einnahmen und Ausgaben, schon die einfache Abgabe beider Zeugungsstoffe zu gross, so wächst dessen Insolvenz nothwendig mit der Zahl und dem Umfang jener Nebenthätigkeiten, welche die Zeugung ihm abverlangt, und welche, wenn sie auch in zweiter Reihe stehen, doch nicht weniger unentbehrlich sind, als die in erster Reihe stehende Lieferung der Zeugungsmaterialien. Von diesem, besonders von LEUCKART zur Geltung gebrachten Gesichtspunkt, für dessen Richtig-

keit und volle Berechtigung eine Beweisführung uns als Luxus erscheint, stellt sich der Dualismus der Geschlechter, die Vertheilung der Zeugungsthätigkeiten auf je zwei Individuen als eine Arbeitstheilung im Haushalt der Gattung dar, als ein vollständiges Analogon der mannigfachen Arbeitstheilungen im individuellen Haushalt, z. B. der Vertheilung der Secretion der Darmsecrete auf verschiedene Organe u. s. w. Wenn eine solche Arbeitstheilung durch die Unthunlichkeit der Ueberlastung eines Individuums mit allen Zeugungsthätigkeiten und Zeugungsausgaben geboten war, so gab es auch keinen Umstand, welcher dieselbe als den Interessen des Individuums oder der Gattung zuwiderlaufend verboten hätte. Kurz, es giebt keine befriedigendere Auffassung des Dualismus, als die oben ausgesprochene. Früher meinte man wohl, dass in den Geschlechtsstoffen selbst, und allen mit dem einen und den anderen zusammenhängenden Thätigkeiten irgend etwas läge, was ihre Vereinigung innerhalb eines Organismus ebenso physisch unmöglich machte, wie das Nebeneinanderbestehen freier Säure und freien Alkali's in einer Flüssigkeit. Man betrachtete männliche und weibliche Individuen als entgegengesetzt polarisirt durch die polaren Gegensätze der Geschlechter u. s. w. Es beruhten alle diese Vorstellungen auf aprioristischen subjectiven Anschauungen, keineswegs auf physiologischen Thatsachen. Ein irgend beachtenswerther Beweis für die physiologische Unmöglichkeit des Nebeneinanderbestehens beider Geschlechter in einem Haushalt ist nie geführt worden, und hat nie geführt werden können; längst ist aber der Gegenbeweis geführt durch die unbestreitbare Beobachtung der factischen Existenz des Hermaphroditismus bei zahllosen Gattungen wirbelloser Thiere, Thatsachen, welche ebenso wie die Zwitterbildungen im Pflanzenreiche auf keine Weise im Sinne jener Gegensatztheorie erklärt werden können. Dass das factische Vorkommen des Hermaphroditismus keinen Einwand gegen die Auffassung des Dualismus als nothwendige Arbeitstheilung begründet, liegt auf der Hand. Wir sind ja weit entfernt davon, die Nothwendigkeit der Theilung als ein Postulat für alle thierischen Organismen hinzustellen, haben im Gegentheil von vornherein diese Nothwendigkeit nur da vorausgesetzt, wo in Folge ungünstiger Gestaltung der Einnahme und Ausgabe, oder zu beträchtlichen Kostenaufwandes des individuellen Haushaltes, oder zu grosser Höhe der beanspruchten geschlechtlichen Ausgaben der einzelne Organismus insolvent für die ungetheilte Last erscheinen müsste. Wenn demnach überall da, wo diese ungünstigen Umstände wegfallen, hermaphroditische Vereinigung beider Geschlechter nicht nur möglich, sondern auch als eine nützliche Vereinfachung erscheint, so lässt sich sogar für die Mehrzahl der hermaphroditischen Thiergattungen die physiologische Nothwendigkeit derselben begründen, nachweisen, dass ohne sie die Vereinigung beider Geschlechtsstoffe, also die *conditio sine qua non* der Fortpflanzung unmöglich oder nur durch seltene, bei einem Organisationsplan nicht in Rechnung zu bringende Zufälle möglich gewesen wäre. Bei den Pflanzen hat man sich längst mit der teleologischen Erklärung des Hermaphroditismus beruhigt, dass derselbe durch die mangelnde Locomotionsfähig-

keit bedingt war, während man die Erklärung der Diöcie in direct beobachteten passiven Bewegungen der Geschlechtsstoffe selbst durch Wind, Insecten u. s. w. fand. Von demselben Standpunkte aus erscheint der Hermaphroditismus bei solchen Thieren geboten, welche, wie manche Entozoen, einsiedlerisch in fremden Organismen schmarotzen, bei denen demnach nie ein Verkehr männlicher und weiblicher Individuen zum Behuf der Zusammenführung von Saamen und Ei stattfinden könnte. Er erscheint ferner geboten bei Thieren, welche, wie die Ascidien, der Locomotion entbehren, und unter Verhältnissen leben, bei welchen ein Zusammentreffen der von getrennten Individuen entleerten Geschlechtsstoffe in der Aussenwelt nicht gesichert, oder geradezu unmöglich war. Entbehrlich erscheint dagegen der Hermaphroditismus und der factische Dualismus erklärlich bei solchen festsitzenden Thieren, welche zu Colonien aggregirt sind, und im Wasser leben, in welchem sich leicht und sicher die gleichzeitig von Männchen und Weibchen nach aussen entleerten Eier und Saamen begegnen. Freilich giebt es auch eine Anzahl hermaphroditischer Thiere, bei denen wir vergeblich nach einem plausibeln teleologischen Grund für den Hermaphroditismus suchen, es sind dies solche, bei welchen nicht nur der gegenseitige Verkehr der Individuen nicht erschwert ist, sondern sogar regelmässig, trotz des Hermaphroditismus, wechselseitige Begattung verschiedener Individuen stattfindet. Allein solche Ausnahmen stossen die Gültigkeit der auf die übrigen Beispiele passenden Erklärung nicht um; es werden sich sicher auch in den Lebensverhältnissen dieser Ausnahmen noch Momente finden lassen, auf welche die Teleologie eine befriedigende Erklärung in ihrem Sinne basiren kann.

Bei dem Menschen und allen höher organisirten Thieren treffen wir ausnahmslos Dualismus der Geschlechter, so dass überall je zwei Individuen, deren eines die Eier, das andere den Saamen bereitet, jedes ausserdem mit einem Antheil der übrigen Zeugungsgeschäfte beauftragt und dem entsprechend ausgerüstet ist, eine physiologische Einheit für das Leben der Gattung bilden. Es stellt sich daher von selbst für uns die Aufgabe, die so geschiedenen zwei Classen von Individuen einer gesonderten Untersuchung auf ihre geschlechtlichen Charaktere zu unterwerfen, den Antheil der Zeugungsgeschäfte, welcher den männlichen, saamenbereitenden, und den, welcher den weiblichen, eibereitenden Individuen zugefallen ist, festzustellen, und in dieser Ordnung die Natur, Bedingungen und Resultate der einzelnen Zeugungsthätigkeiten zu erörtern.

ZWEITES KAPITEL.

VOM WEIBLICHEN GESCHLECHT.

D A S E I.

§. 267.

Morphologie des Eies. So einfach die physiologische Begriffsbestimmung des Eies, nach welcher wir unter diesem Namen den zur Umwandlung in ein neues Individuum befähigten Theil des mütterlichen Organismus verstehen, so misslich ist es, eine für alle Gattungen geschlechtlicher Organismen gültige morphologische Definition des Eies zu construiren, die wesentlichen Merkmale aufzusuchen, welche demselben überall neben den mannigfachsten Abweichungen in unwesentlichen Eigenschaften zukommen. Wir stossen bei diesem Versuch auf Widersprüche, welche kaum befriedigend zu lösen sind; die Antwort auf die Frage: welcher Theil ist Ei? ist oft ausserordentlich schwierig. Wir gehen von concreten Fällen, von der Betrachtung der Eier bestimmter Thiere, die uns als Repräsentanten gewisser Eitypen erscheinen, aus, um dann die allgemeinen Abstractionen zu versuchen.

Das Ei des Menschen und der Säugethiere¹ (ECKER, *Ic.*, *Taf.* XXII, *Fig.* 8—16) zeigt übereinstimmend folgende Charaktere. Es erscheint als ein sphärisches Bläschen, beim Menschen von 0,08—0,1", beim Hunde und Kaninchen von 0,076—0,08", beim Meerschweinchen von 0,043—0,05" Durchmesser, bei keinem Säugethiere grösser als 0,1".



Seine äussere Wand besteht aus einer anscheinend structurlosen, glasartigen, dicken Membran, welche sich unter dem Mikroskop als ein breiter, heller, parallelrandiger Saum *a* darstellt und daher den Namen: *zona pellucida* (v. BAER) erhalten hat; wir bezeichnen dieselbe vorläufig schlichtweg als äussere Eihaut. Das Bläschen ist erfüllt von einer zähen, trüben Flüssigkeit, dem sogenannten Dotter, *b*, welcher bei näherer Untersuchung sich als eine Emulsion zahlloser feiner, blässer und vereinzelter gröberer glänzender Körnchen in einem zähen, durchsichtigen Bindemittel ausweist. Im frischen Eierstocksei füllt diese Dotterflüssigkeit die Höhle des Bläschens vollkommen aus; unter Umständen findet man jedoch den Dotter die *zona pellucida* nicht vollständig ausfüllend, als eine scharf begränzte, meist kreisrunde Masse durch einen lichten Zwischenraum von der inneren Contour der Zona getrennt. Im Innern der Dotterkugel, meist excentrisch gelagert, befindet sich ein kleines, wasserhelles, rundes Bläschen von etwa 0,02" Durchmesser, das sogenannte Keimbläschen, *c*, *vesicula germinativa*, welches an einer Stelle in seinem Innern ein (in seltenen Fällen mehrere) dunkles rundliches Körnchen von

etwa 0,005" Durchmesser, den sogenannten Keimfleck *d*, *macula germinativa*, zeigt. Meistens ist das Keimbläschen an unversehrten, vollkommen reifen Eierstockseiern nicht ohne Weiteres sichtbar, indem es durch die einhüllende trübe Dottermasse dem Blick entzogen wird, oder schimmert nur undeutlich als heller Fleck durch den Dotter hindurch; in solchen Fällen gelingt es entweder durch Compression des Eies dasselbe im Innern zum Vorschein zu bringen, oder es durch Zersprengen der Zona mit der Dotterflüssigkeit herauszutreiben, und somit isolirt zur Beobachtung zu bringen. So klar und unzweifelhaft diese allgemeinen Charaktere des Säugethiereies, so fragt es sich doch, ob die einzelnen Elemente desselben, insbesondere die äussere Haut, nicht noch weitere histiologische Eigenthümlichkeiten zeigen, wie solche theils nach directen Beobachtungen von Einzelnen behauptet, theils aus Gründen der Analogie nur vermuthet worden sind. Dass die äussere Eihaut nicht ein zusammengesetztes Gewebe ist, sondern wirklich aus einer homogenen Masse besteht, dagegen kann kein irgend berechtigter Zweifel erhoben werden; die besten Mikroskope haben bis jetzt in dem glashellen Saum nicht die mindeste Andeutung einer Zusammensetzung aus feineren Elementen (Fasern oder Zellen) wahrnehmen lassen. Aeltere und neuere Angaben einer solchen Structur, wie z. B. die naive Beschreibung KEBER's, welcher in der äusseren Haut des Kanincheneies Bindegewebe, Muskelfasern, Blutgefässe und einen Epithelialüberzug entdeckt haben will, beruhen auf den allergröbsten Irrthümern, die keine specielle Widerlegung verdienen. Dagegen müssen wir zwei Fragen einer genaueren Discussion unterwerfen: 1) ob die äussere Haut eine einfache Membran ist, oder ob der breite hyaline Saum für sich eine Hülle des Eies bildet, während an seiner Innenseite eine zweite, zarte, selbständige Membran vorhanden ist, und 2) ob diese äussere Eihülle keine präformirten Oeffnungen von irgend welcher Form hat, welche den später zu beschreibenden Mikropylen anderer Thiereier entsprechen, und die Zugangspforte für die Saamenelemente zu dem Dotter darstellen. Was die erste Frage betrifft, so ist von vielen Seiten her (VALENTIN, KRAUSE, BARRY, R. WAGNER, H. MEYER, REICHERT u. A.) mit Bestimmtheit behauptet worden, dass die Dotterkugel nicht nackt in der Zona liege, sondern von einer besonderen ausserordentlich zarten, eigenen Haut, der Dotterhaut im engeren Sinne, überkleidet sei. Ein directer Nachweis für dieselbe ist niemals geliefert worden, nur MEYER will dieselbe isolirt dargestellt haben, meistens hat man ihre Existenz nur aus indirecten Gründen erschlossen. Vor Allem stützte man sich auf die schon angedeutete häufige Erscheinung, dass die Dotterkugel die Zona nicht gänzlich ausfüllt, oder sogar als zusammenhängende Kugel aus der gespaltenen Zona zu befreien ist, indem man unter diesen Verhältnissen die Kugelform der Dotterflüssigkeit ohne begränzende Hülle für unmöglich hielt; theilweise sah man ohne Weiteres die innere Contour des breiten äusseren Saumes als optischen Ausdruck einer besonderen Membran, jenen hyalinen Saum selbst nur für eine Belegmasse auf der eigentlichen Membran an. BISCHOFF hat das Unzureichende dieser Gründe aufgedeckt und durch die sorgfältigsten Unter-

suchungen für das Säugethierei dargethan, dass sicher nicht um den Dotter eine ihm speciell angehörige Hülle, welche mit ihm von der äusseren Hülle zurückwiche und ihn begleitete, wenn er als Kugel aus der geborstenen Zona austritt, vorhanden ist. Es bedarf keiner solchen membranösen Begränzung, um die Kugelform des Dotters zu erhalten, es reicht zu diesem Zweck die Zähigkeit der Bindesubstanz des Dotters vollkommen aus. Wäre eine solche Dottermembran vorhanden, so müsste sie bei Anwendung von Druck auf die isolirte Dotterkugel zerreißen, und an der Rissstelle ein Ausfliessen der Dotterflüssigkeit wahrzunehmen sein; dies ist indessen nicht der Fall, Druck treibt die zähe Dottermasse ganz allmählig auseinander, ohne dass eine Zerreißen, oder Theile einer zerrissenen Membran jemals zu beobachten wären. Ebenso wenig lässt sich durch Einleitung endosmotischer Ströme eine Membran zum Abheben von einer eingeschlossenen Masse bringen. Wir kommen auf die Membranlosigkeit der Dotterkugel bei Betrachtung des Furchungsprocesses derselben ausführlich zurück. Weit wahrscheinlicher ist dagegen die Zusammensetzung der *zona pellucida* aus einer inneren zarten Membran und einer derselben aufgelagerten Belegmasse. Dass sich diese Annahme wesentlich von der ersten unterscheidet, liegt auf der Hand; es ist sicher etwas ganz Anderes, wenn wir ausser der *zona pellucida* eine dem Dotter angehörige, von ihm unzertrennliche Membran annehmen, als wenn wir die innerste Schicht der Zona selbst als besondere, aber von der glasartigen Belegmasse unzertrennliche Schicht auffassen. Ein directer Beweis für eine solche Zusammensetzung der Zona ist ebenfalls nicht geführt, wenn wir nicht eine gewiss beachtenswerthe Beobachtung H. MEYER's² dafür gelten lassen wollen. MEYER fand, dass auf Zusatz von Aetzkali zu Schweineeiern die Zona sich löst, der Dotter aber von einer zarten Hülle umschlossen bleibt, welche man durch Druck zum Bersten bringen und nach ihrer Entleerung vom Dotter isolirt beobachten kann; MEYER deutet zwar diese zurückbleibende Hülle als Dotterhaut im vorher erörterten Sinne, allein es fragt sich, ob sie nicht richtiger als Theil der Zona, als membranöse Grundlage derselben aufzufassen ist. Es sind hauptsächlich Gründe der Analogie, welche uns bestimmen, dieser Auffassung und überhaupt einer solchen Constitution der Zona das Wort zu reden. Die Zona besitzt eine in die Augen fallende Aehnlichkeit in ihrem Aussehen und sonstigem Verhalten, mit gewissen unzweifelhaft als secundäre Auflagerungen, Belegmassen, auf Zellmembranen erwiesenen Gebilden. Der hyaline glasartige Saum, als welchen sie sich darstellt, erinnert auffällig an die hyalinen Säume der Zellenbasen des Darmepithels, oder der Epidermiszellen von Ammocoetes, welche besonders durch LEUCKART's, KOELLIKER's und meine Untersuchungen als solche Auflagerungen erwiesen sind. Von besonderem Gewicht für unsere Vermuthung erscheint mir aber die Thatsache, dass neuerdings an den Eiern sehr vieler Thiere mit Bestimmtheit secundäre, im Eierstock gebildete Auflagerungen auf die ursprüngliche „Dotterhaut“ von eben derselben hyalinen Beschaffenheit, wie wir sie an der Zona des Säugethiereies finden, aufgefunden worden sind. Wir führen

als Belege J. MUELLER'S³ Entdeckung über die Zusammensetzung der äusseren Hülle des Holothurieneies aus zwei Schichten, deren äusserste, das hyaline Chorion, zweifelsohne als Belegmasse auf der zarten Dotterhaut entsteht, ferner die Eikapseln der Fischeier an, welche von MUELLER und REICHERT⁴ insbesondere als solche Auflagerungen, vielleicht als Producte der im Bildungsheerd das Ei umlagernden Zellenschicht, erwiesen sind. Die Identität der Zona mit diesen Eikapseln wird beinahe zur Gewissheit erhoben durch die Beobachtungen von REMAK und LEYDIG, dass in der Zona des Säugethiereies Porenkanälchen wie in jenen Eikapseln der Fische sich finden. Kurz, es wäre sicher nichts Ueerraschendes, wenn sich einst die Hauptmasse der Zona ebenfalls als secundäre Belegmasse auf der primitiven Dotterhaut, welche letztere vielleicht später ihre Selbständigkeit verliert, oder sogar gänzlich zu Grunde geht, herausstellen sollte. Dass manche Säugethiereier, wie das Kaninchenei, nach ihrem Austritt aus den Bildungsheerden, innerhalb der Eileiter erwiesene secundäre Auflagerungen von Eiweisssschichten auf die Zona erhalten, kann keinen Einwurf gegen jene Vermuthung begründen. Mit Recht machen MUELLER und REICHERT darauf aufmerksam, dass man künftighin streng (auch durch die Nomenclatur) solche secundäre Eihüllen, welche das Ei bei seiner Bildung in der Geschlechtsdrüse erhält, von späteren accessorischen Zuthaten, die sicher bei vielen Thieren in ausgezeichneter Weise im Eileiter aufgelagert werden, unterscheiden müsse. Was die zweite Frage betrifft, ob die äussere Hülle des Säugethiereies eine oder mehrere Oeffnungen irgend welcher Art besitzt, so lässt sich hierauf eine befriedigende positive Antwort zur Zeit noch nicht geben. Es ist, wie erwähnt, von einigen Beobachtern wenigstens für gewisse Säugethiereier dargethan, dass die Zona von radialen Porenkanälchen durchsetzt ist, allein nach Allem, was wir über diese Bildungen an anderen Eiern wissen, dürfen wir sie schwerlich als Mikropylen auffassen, namentlich nicht wegen der Thatsache, dass z. B. bei den Fischeiern, welche die ausgezeichnetsten Porenkanälchen zum Theil von ansehnlicher Weite haben, doch noch besondere weite Mikropylen als ausschliessliche Saamenwege angelegt sind. Mit so grosser Wahrscheinlichkeit sich jetzt auf die täglich sich häufenden Beobachtungen hin der Satz aussprechen lässt, dass präformirte Oeffnungen in der äusseren Hülle, sogenannte Mikropylen, als Befruchtungsthore wohl ein wesentliches Gemeingut aller thierischen Eier sind, oder wenigstens allen denjenigen Eiern zukommen, welche bei ihrer Begegnung mit dem Saamen mit dickeren ursprünglichen Hüllen oder secundären Auflagerungen versehen sind, so ist doch gerade bei den Säugethiereiern selbst von denjenigen Beobachtern, welche das Einwandern der Saamenelemente in ihr Inneres nachgewiesen haben, etwas Bestimmtes über die hypothetische Mikropyle nicht wahrgenommen worden. Die für die subtile Untersuchung so günstigen Verhältnisse des Säugethiereies machen es freilich unwahrscheinlich, dass ein einfacher gröberer Mikropylenkanal, wie er von MUELLER am Holothurienei, von BRUCH⁵ am Forellenei, von REICHERT an allen von ihm untersuchten Fischeiern und anderwärts entdeckt wurde, oder so

wunderbare Mikropylenapparate, wie sie uns LEUCKART⁶ an den Insecteneiern kennen gelehrt hat, hätten übersehen werden können. Ich selbst habe mich, nachdem die eben angedeuteten Entdeckungen bekannt geworden, vielfach vergeblich bemüht, an Kanincheneiern eine Andeutung ähnlicher Verhältnisse zu ermitteln. Allein solche negative Resultate sind keine sicheren Beweise. Es ist recht wohl denkbar, dass entweder eine permanente Mikropyle vorhanden, dieselbe aber unsichtbar ist, weil sie mit einer Materie von gleichem Lichtbrechungsvermögen wie die Zona erfüllt ist, oder auch, dass sich eine Mikropyle gröberer Art nur vorübergehend und erst zur Zeit der Befruchtung in der Zona ausbildet, später aber wieder schliesst.⁷ Die von BARRY⁸ beschriebenen und abgebildeten spaltförmigen Mikropylen in Kanincheneiern sind höchst wahrscheinlich nur zufällige durch Druck erzeugte Risse gewesen. Eher noch dürfte eine vereinzelte Beobachtung G. MEISSNER'S⁹ eine wahre Mikropyle zum Object gehabt haben; dass eine solche vorhanden sein müsse, diese Ueberzeugung wird mir durch die Beschaffenheit der Zona immer entschiedener aufgedrängt.

Das Keimbläschen ist ganz sicher ein Bläschen, erfüllt von einer klaren, durchsichtigen Flüssigkeit, wie sich durch mikro-chemische Behandlung darthun lässt. Ueber die Natur des sogenannten Keimflecks lässt sich ebensowenig etwas Gewisses aussagen, als über seine Bedeutung. Ob er ebenfalls ein Bläschen, oder ein solides Körperchen, ist durchaus nicht ermittelt, das Letztere seiner Erscheinung nach viel wahrscheinlicher. Für diejenigen, welche das Keimbläschen als Zelle betrachten, erhält der Keimfleck die hohe Bedeutung des Zellkernes, während er zu der wahrscheinlich nichtssagenden Rolle des Kernkörperchens¹⁰ herabsinkt, wenn wir das Keimbläschen selbst nur als Kern der Eizelle ansehen. Wir werden unten diese Frage abwägen.

Von ganz besonderem Interesse ist die Betrachtung des Vogeleies¹¹ (WAGNER, *lc.*, *Taf.* II, *Fig.* 1—3, 11—13; ECKER, *lc.*, *Taf.* XXII, *Fig.* 5—7), dessen Interpretation noch jetzt Gegenstand lebhafter Discussion ist. Es fragt sich nämlich: welcher Theil des aus gelber Dotterkugel, Eiweissumhüllung, Schalenhaut und Kalkschale zusammengesetzten Gebildes, welches den Eileiter der Vögel verlässt, ist Ei? Während kein Mensch über die Deutung jener Eiweiss- und Schalenumhüllung als accessorischer Zuthaten im Zweifel ist, stehen sich noch immer zwei Parteien gegenüber, von denen die eine den gesamten gelben Dotter, die andere nur den kleinen, unter dem Namen der Keimscheibe oder des Hahnentritts bekannten Theil dieses Dotters als Ei gelten lässt. Um diese Frage entscheiden zu können, müssen wir die Beschaffenheit des gelben Dotters etwas näher betrachten. Auf dem Durchschnitt des (gekochten) Dotters überzeugt man sich, dass er nicht homogen, sondern aus mehreren schon durch ihre Färbung sich unterscheidenden Schichten von eigenthümlicher Anordnung zusammengesetzt ist. Die äusserste ihn rings umgränzende Schicht ist eine zarte hyaline Membran, die sogenannte „Dotterhaut“ α , welche nach der Ansicht der Einen aus verwachsenen Zellen gebildet ist, während sie nach Anderen

von Anfang an eine glashelle structurlose Membran darstellt. Von dieser nach dem Centrum zu wechseln in mehrfacher Folge hellere, milchig erscheinende Schichten *c* mit gesättigt gelben, mehr ölig aussehenden Schichten *b* ab, wie in der beifolgenden Figur angedeutet ist. Das Centrum selbst besteht aus einer grösseren Anhäufung der milchigen Substanz von flaschenförmiger Gestalt *d*, indem von derselben eine halsartige Verlängerung nach oben steigt. An dem Ende dieses Halses befindet sich der sogenannte Hahnentritt (Keimscheibe, *cicatricula*) *e*, ein weisslicher Fleck von etwa $\frac{1}{2}$ '' Durchmesser, in welchem das Keimbläschen *f*, „wie die Perle im Golde“, eingebettet liegt. Unter dem Mikroskop zeigen sich die wesentlichsten Verschiedenheiten des Dotters an verschiedenen Stellen. Der Hahnentritt, in welchem das Keimbläschen liegt, besteht aus einer dem Säugethierdottter vollkommen gleichen Emulsion feiner Körnchen in einer zähen Bindeflüssigkeit, der gesammte übrige Dotter dagegen aus wirklichen Zellen, Dotterzellen, welche in den verschiedenen Schichten verschiedenen Inhalt zeigen. Die genauesten Untersuchungen über diese Dotterelemente beim Hühnerei verdanken wir H. MECKEL VON HEMSACH. Während nach diesem Forscher schon die Dottermembran selbst aus mehrfachen Zellschichten besteht, einer äusseren Schicht, in welcher die Zellen so miteinander verwachsen sind, dass sie eine scheinbar homogene, structurlose Haut bilden, einer inneren, in welcher die einzelnen, aneinander abgeplatteten Zellen noch deutlich gesondert erscheinen, betrachtet er die übrigen Dotterzellen als verschiedene Metamorphosenzustände derselben ursprünglichen Zellen. Je weiter nach innen, desto fettreicher werden die Zellen; die äussersten besitzen einen die ganze Zelle erfüllenden, schwach gelblich gefärbten, feinkörnig getrübbten Inhalt, in den nächst inneren erscheint dieser Inhalt zu discreten Klümpchen, die sich wandständig aneinander ordnen, conglomerirt, das Centrum aufgeheilt, in den innersten ist der Inhalt auf mehrere kleinere, oder einen einzigen fettglänzenden, starren Tropfen von strahligem Bruch in einer wasserklaren Flüssigkeit reducirt. Kehren wir nach dieser Beschreibung zu der Frage zurück: welcher Theil ist Ei? Ganz unzweifelhaft vom physiologischen Standpunkt aus, meines Erachtens aber auch vom morphologischen Standpunkt aus lautet die Antwort: die Keimscheibe, jene das Keimbläschen umhüllende feinkörnige Dotterparthie allein ist das Ei. Erstens entspricht dieser Theil allein seiner histiologischen Beschaffenheit nach dem Ei der Säugethiere und überhaupt aller Thiere, wo nicht ähnliche Zweifel, wie beim Vogelei, obwalten; nur die Keimscheibe besteht aus jener Emulsion, die wir überall als Inhalt des Eies kennen, während nirgends ein Conglomerat von Zellen die Eimasse constituirt. Von grösster Wichtigkeit für die Entscheidung der Frage vom morphologischen Standpunkt aus ist die Beschaffenheit der äusseren



Haut des gelben Dotters. Entsteht dieselbe, wie MECKEL VON HEMSACH behauptet, durch Verschmelzung von Zellen, so kann sie schlechterdings nicht als Analogon der *zona pellucida* betrachtet werden, ist dieselbe dagegen, wie HOYER neuerdings wieder in Anschluss an SCHWANN's frühere Darstellung behauptet, von Anfang an, d. h. schon in den jüngsten Eiern als homogene structurlose Membran präformirt, so spricht sie nicht gegen die Auffassung des gelben Dotters als Ei; ob sie ein so sicherer Beweis dafür ist, wie HOYER glaubt, ist eine andere Frage, die wir erst im folgenden Paragraphen betrachten werden. Zweitens gerirt sich nur jener körnige Theil des Dotters als Ei, indem nur dieser direct zur Bildung von Bausteinen für den Embryo verwendet wird, nur dieser Theil durch die später zu erörternde, unter dem Namen Furchung begriffene Zerklüftung in Elementarzellen, aus denen der Embryo angelegt wird, sich verwandelt, genau in derselben Weise, wie der ganze Inhalt des Säugethiereies. Es ist dies eine längst bekannte Thatsache, welche man auf diese Weise auffasste, dass man dem Säugethierdotter eine totale, dem Vogeldotter eine partielle Furchung zuschrieb, in letzterem den sich furchenden Theil als Bildungsdotter von dem zelligen als Nahrungsdotter unterschied (REICHERT), anstatt aus derselben den einfacheren und naturgemässeren Schluss zu ziehen, dass nur der sich furchende Theil des Vogeldotters Ei ist, diesem daher, wie dem Säugethierdotter, totale Furchung zukommt. Drittens, und dies ist wohl der schlagendste Beweis, lässt sich aus der Bildungsgeschichte des sogenannten Nahrungsdotters zur Evidenz darthun, dass derselbe nichts Anderes ist, als der Inhalt des Drüsenfollikels, in welchem das Ei entsteht, derselbe ebenso zusammengesetzte Inhalt, welcher auch dem Drüsenfollikel der Säugethiere eigenthümlich ist, und sich hier nach dem Austritt des reifen Eies zum sogenannten *corpus luteum* umgestaltet, während er beim Vogel mit dem Ei in den Eileiter und an die Aussenwelt tritt. Es giebt meines Erachtens nichts Klareres, als die Identität des *corpus luteum* der Säugethiere mit dem Nahrungsdotter der Vögel, folglich die Nichtidentität des letzteren mit dem Ei. Bei der Betrachtung der Genese der Eier werden wir eine Parallele zwischen beiden Gebilden ziehen, welche auch nicht einen Schatten von Zweifel übrig lassen kann. Warum bei den Säugethiern der zellige Inhalt des Eibildungsheerdes in diesem als gelber Dotter zurückbleibt, beim Vogel das Ei begleitet, den Follikel als leere Kapsel zurücklässt, erklärt sich auf die einfachste Weise. Das Vogelei nimmt in dem gelben Dotter (und dem im Eileiter noch dazu kommenden Eiweiss) das ganze Nahrungsmaterial, welches zur Ausbildung des Embryo nöthig ist, mit an die Aussenwelt, von welcher es nichts beziehen kann; das Säugethierei nimmt blos den Bedarf zur ersten Anlage, zu welcher sein eigener Inhalt ausreicht, aus dem Bildungsheerd mit in den Uterus; alle späteren Zufuhren erhält es aus dem mütterlichen Organismus. Diesen drei gewichtigen Beweisen gegen die Deutung des gelben Vogeldotters als Ei kann kein einziger dafür aufgebracht irgend die Waage halten. Man hat häufig gegen die Auffassung des körnigen Bildungsdotters als Ei eingewendet, dass derselbe keine besondere Ei-

hülle, keine Membran besitze. Allein erstens ist das Fehlen dieser Membran noch ein streitiger Punkt, und neuerdings wieder durch MECKEL die Umhüllung der Keimscheibe mit einer besonderen, bald mehr schleimigen, weichen, bald festen, membranösen, faltenwerfenden *zona pellucida* auf das Bestimmteste behauptet worden, zweitens würden wir selbst das sichere Fehlen der Hülle durchaus nicht als Beweis gegen die Einatur gelten lassen können. Selbst wenn wir das Ei als eine thierische Zelle, den Dotter als Zellensubstanz auffassen, ist eine solche zur Membran differenzirte peripherische Schicht des Dotters entschieden kein wesentliches, unentbehrliches Attribut der Eizelle und der Zelle überhaupt. Abgesehen davon, dass sich die Entbehrlichkeit einer besonderen Haut an dem eigentlichen Vogelei teleologisch aus seiner sicheren Einbettung in den Nahrungsdotter leicht erklären lässt, abgesehen davon, dass bei anderen Thieren vielfach nackte Eizellen wenigstens bis zu ihrem Austritt in die Aussenwelt sich finden, scheint uns die beste Rechtfertigung unserer Ansicht in der Thatsache zu liegen, dass auch beim Säugethierei und überhaupt bei allen Eiern die äussere Membran keinen Theil an den Entwicklungsmetamorphosen der Eisubstanz nimmt, indem bei deren Beginn der nackte Dotter für sich als Zelle sich constituirt, und durch fortschreitende Zerklüftung aus sich membranlose Zellen schafft. Ebenso unwesentlich ist ja auch bei den Pflanzen die ursprüngliche Eizellenmembran, die Membran des Embryosacks, nur ihr Inhalt, oder sogar nur ein Theil desselben, ist es, welcher sich beim Beginn der Entwicklung für sich als Zelle (Keimbläschen) constituirt, dessen Umhüllung mit einer besonderen Membran ja ebenfalls von Einigen noch bestritten wird. Nach alledem sprechen wir mit voller Bestimmtheit den Satz aus: das Ei des Vogels ist die sogenannte Keimscheibe, der Bildungsdotter mit dem Keimbläschen, alle übrigen Theile: zelliger Nahrungsdotter, Dottermembran, Eiweiss und Schale sind accessorische Zuthaten. Dieser Anschauung gemäss muss die Nomenclatur der genannten Theile nothwendig geändert werden, wie denn überhaupt eine gründliche Revision und harmonische Normirung der Nomenclatur in der Zeugungslehre ein dringendes Bedürfniss ist. Es ist ferner nicht zulässig, den zelligen Nahrungsdotter der Vögel Dotter zu nennen, wenn wir mit diesem Namen den Eiinhalt bezeichnen wollen, ebensowenig darf die Umhüllung dieses Theiles länger den Namen Dotterhaut führen, wenn unter demselben die Eimembran verstanden werden soll.

Dem Ei der Vögel ganz analog verhält sich das Ei der beschuppten Amphibien, welches ebenfalls die Zellenauskleidung seines Bildungsheerdes als „Nahrungsdotter“ beigegeben erhält; eine gesonderte Betrachtung desselben können wir uns daher ersparen.

Das Ei der nackten Amphibien ist wiederum dem der Säugethiere analog, besteht aus einer structurlosen Membran, einer dieselbe ausfüllenden Emulsion, und einem in letztere eingebetteten Keimbläschen. Einige Eigenthümlichkeiten desselben wollen wir kurz am Froschei erläutern (ECKER, *lc.*, *Taf.* XXIII, *Fig.* 1—4). Die äussere Eihaut ist

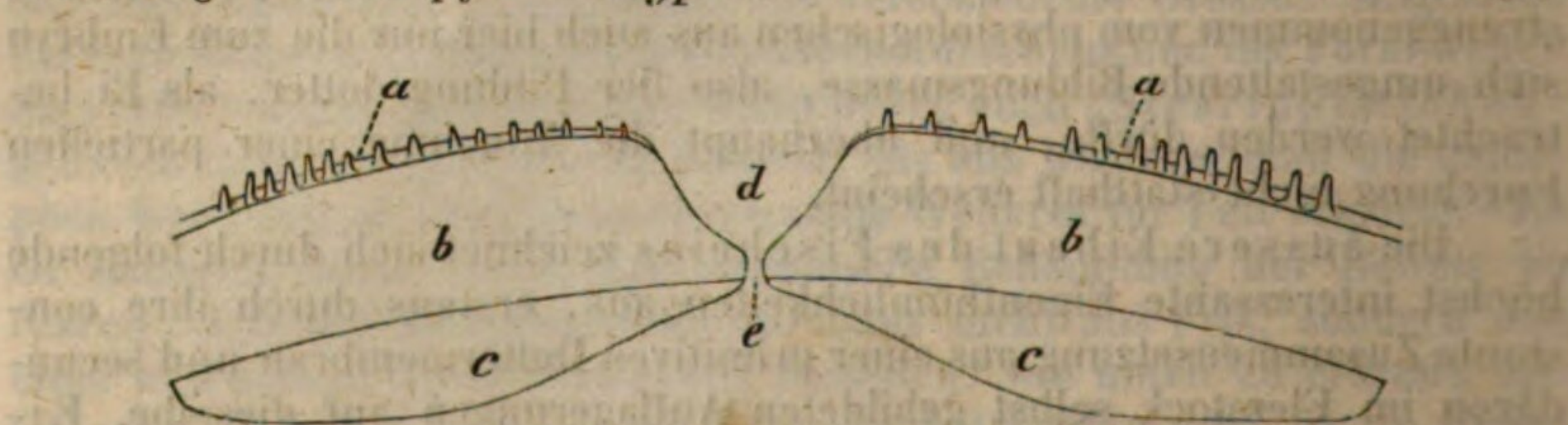
relativ beträchtlich dünner, als die Zona des Säugethiereies, so dass kein Grund vorhanden ist, eine Verdickung der ursprünglichen Eimembran durch secundäre Auflagerungen anzunehmen, wie sie beim Fischei evident vorhanden sind; im Eileiter erst erhält das Froschei eine Eiweissumhüllung, die wir aber ebensowenig als das Albumen des Hühnereies zum ursprünglichen Ei rechnen können. Trotz vielfacher Bemühungen ist eine Mikropyle am Froschei noch nicht aufgefunden, trotzdem dass von NEWPORT und später von BISCHOFF u. A. der Eintritt der Saamenelemente in das Innere des Eies direct beobachtet worden, eine Durchbohrung der äusseren Eihaut aber weder gesehen noch wahrscheinlich ist. Das Froschei erscheint nicht gleichförmig gefärbt, sondern halb hell, halb dunkel; man unterscheidet (schon im Eierstock, der dadurch das bekannte gesprenkelte Aussehen erhält) eine kleinere weissliche Hälfte, welche an dem gelegten Ei sich constant nach unten wendet, und eine grössere schwarzbraune, constant nach oben sich wendende Hälfte, welche beide mit verwaschenen Rändern ineinander übergehen. Eine höchst interessante Eigenthümlichkeit zeigt der Dotter. Derselbe besteht, wie jeder wahre Dotter, aus einer Emulsion kleiner, dicht gedrängter Formelemente in einer zähen durchsichtigen Bindeflüssigkeit, allein jene Formelemente bestehen hier nicht blos aus unregelmässigen Körnchen, sondern neben diesen aus deutlichen, scharf ausgebildeten Krystallen, und zwar rhombischen Täfelchen von verschiedener Grösse. Allgemein hat man dieselben früher ihres glänzenden Aussehens und der Form wegen für Fettkrystalle gehalten, daher schlechtweg auch „Stearinplättchen“ genannt, aus keinem besseren Grunde, als aus welchem man die amorphen Körnchen anderer Dotterarten ohne Weiteres für Fett erklärte. Es ist indessen leicht durch mikrochemische Behandlung der Beweis zu führen, dass die Dotterkrystalle durchaus nicht aus Fett, sondern aus einer eiweissartigen Substanz bestehen, wie unten zu erörtern ist. Ob man dieselben wirklich als Krystalle betrachten darf, ist in Frage gezogen, von VALENCIENNES und FRÉMY^{1 2} geläugnet, von RADLKOFR^{1 5} gegen letztere Autoren auf's Neue vertheidigt worden. RADLKOFR beweist die krystallinische Natur der Dotterplättchen erstens aus der regelmässigen Krystallform, zweitens aus den bei Anwendung von Druck und anderen äusseren Einflüssen auftretenden regelmässigen Spaltungslinien, vor Allem aus der von ihm nachgewiesenen (von VALENCIENNES und FRÉMY geläugneten) doppelten Brechung der Plättchen, und endlich aus dem Umstand, dass es ihm gelang, dieselben umzukrystallisiren. Die eiweissartige Natur ihrer Substanz kann kein Einwand gegen die krystallinische Beschaffenheit sein, seitdem ich die Eiweissnatur der Blutkrystalle nachgewiesen habe.

Eine etwas speciellere Betrachtung verdienen die Fischeier, an welchen die neuesten trefflichen Untersuchungen von J. MUELLER, BRUCH, und besonders REICHERT manche wichtige Eigenthümlichkeit kennen gelehrt haben. Man unterscheidet bei den Fischen, wie bei den Vögeln und beschuppten Amphibien, einen Bildungsdotter und einen Nahrungsdotter, indem constant nur ein kleiner, das Keimbläschen ein-

schliessender Theil des Dotters durch Furchung in Embryonalzellen verwandelt, der übrige grössere Theil erst später von dem Embryo als Nahrungsmaterial verwendet wird. Man hat aus diesem Grunde theilweise die Fischeier in eine Kategorie mit denen der Vögel und beschuppten Amphibien gebracht, und dieselben als solche, welche nur eine partielle Furchung erleiden, den Eiern der übrigen Wirbelthiere mit totaler Furchung gegenübergestellt. Es ist indessen diese Zusammenstellung der Fischeier mit dem Vogelei höchst wahrscheinlich gänzlich falsch, indem bei ersteren der sogenannte Nahrungsdotter nicht, wie bei den Vögeln, accessorische äussere Zuthat zu dem eigentlichen Ei ist, nicht aus der Zellenmasse des Bildungsfollikels besteht, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach wirklicher Eihalt, wie der Bildungsdotter ist. Dies geht aus folgenden Thatsachen hervor: erstens liegen Nahrungs- und Bildungsdotter innerhalb derselben wahren Dottermembran, welche ihrer Entstehung nach sich als Analogon der *zona pellucida*, nicht der fälschlich als Dottermembran bezeichneten Umhüllung des gelben Vogelotters ausweist; zweitens zeigt der Nahrungsdotter der Fische keineswegs jene beim Vogel beschriebene Zusammensetzung aus Zellen, sondern im Allgemeinen dieselben Charaktere, wie der Bildungsdotter. Während daher unseres Erachtens dem Vogelei fälschlich eine partielle Furchung vindicirt wurde, geschieht dies mit besserem Recht beim Fischei, wenn wir vom morphologischen Standpunkt aus urtheilen, während strenggenommen vom physiologischen aus auch hier nur die zum Embryo sich umgestaltende Bildungsmasse, also der Bildungsdotter, als Ei betrachtet werden dürfte, und überhaupt die Annahme einer partiellen Furchung nicht statthaft erscheint.

Die äussere Eihaut des Fischeies zeichnet sich durch folgende höchst interessante Eigenthümlichkeiten aus, erstens durch ihre constante Zusammensetzung aus einer primitiven Dottermembran und secundären im Eierstock selbst gebildeten Auflagerungen auf dieselbe, Eikapseln (J. MUELLER), zweitens durch wunderbare Structurverhältnisse dieser beiden Bestandtheile, und drittens durch die, wie es scheint, bei allen Fischen vorhandene Mikropyle. REICHERT unterscheidet zwei Hüllen am Fischei; die innere, unmittelbar den Dotter umhüllende Haut, eine zarte 0,003—0,008''' dicke Membran, zeigt bei allen Fischen eine punktirte, chagrinartige Zeichnung, sowohl auf ihrer inneren, als auf ihrer äusseren Oberfläche; die einzelnen, meist ausserordentlich feinen Pünktchen, erscheinen häufig zu regelmässigen, sich kreuzenden Linien geordnet. REICHERT ist der Ansicht, dass die punktirte Haut nicht als einfache primitive Dottermembran, sondern bereits als eine durch mehrfache aufgelagerte Schichten verdickte Dottermembran anzusehen sei. Die punktirte Zeichnung betrachtet er als den optischen Ausdruck feiner Röhrchen, welche die Membran radiär durchsetzen, obwohl er auf Querschnitten keine radiäre Streifung wahrnehmen konnte. Die zweite Eihülle verhält sich verschieden bei verschiedenen Fischen. Bei dem Barsch (*perca fluviatilis*) ist diese beträchtlich (0,05''') dicke Hülle nach J. MUELLER'S Entdeckung radial durchsetzt von einer ungeheuren Anzahl

(11,000) zierlicher, korkzieherartig gewundener Röhrchen, welche auf der äusseren Oberfläche (wahrscheinlich auch auf der inneren) mit trichterförmigen Erweiterungen jede im Centrum einer sechsseitigen Facette münden. Entstehung und Bedeutung dieser merkwürdigen Porenkanäle sind durchaus noch dunkel; die Eihülle, in welcher sie liegen, scheint eine amorphe Belegmasse, vielleicht eine Ausschwitzung des Epithels des Follikels, in welchem das Ei sich bildet, zu sein; ob aber die Röhrchen nur Lücken in dieser homogenen Masse sind, oder durch Auswachsen von Zellen entstehen, ist erst durch weitere Beobachtungen zu entscheiden. Die Facetten der Oberfläche sind nach REICHERT nur Abdrücke der Zellen des eben genannten Epithels. Bei anderen Fischen, z. B. beim Hecht, besteht die zweite Hülle nur aus einer vollkommen homogenen, ausserordentlich hyalinen Schicht, die als lichter Saum um die punktirte Haut erscheint. Bei noch anderen erscheint diese Hülle sammtartig in Folge zahlloser auf ihrer Oberfläche vorhandener cylindrischer, zäher Stäbchen (REICHERT). Die ohnstreitig wichtigste Eigenthümlichkeit der Hülle des Fischeies ist die zuerst von BRUCH am Forellenei, von REICHERT aber bei allen Cyprinoiden und anderen Fischen entdeckte constante Anwesenheit einer Mikropyle, eines durch die ganze Dicke beider Eihüllen bis auf den Dotter gehenden Kanales mit weiter trichterförmiger äusserer Oeffnung und engem inneren Hals, wie aus beifolgender schematischen Abbildung der Mikropyle von *Cyprinus Dobula* nach REICHERT einleuchtet.



a bedeutet die sammtartige äussere, *b* die chagrinartig punktirte innere Eihülle, *c* eine eigenthümliche Eiweisschicht, welche in der nächsten Umgebung des Mikropylkanales an der Innenfläche der inneren Eihülle sich findet, *d* den äusseren trichterförmigen Theil, *e* den engen inneren Hals des Mikropylkanales.

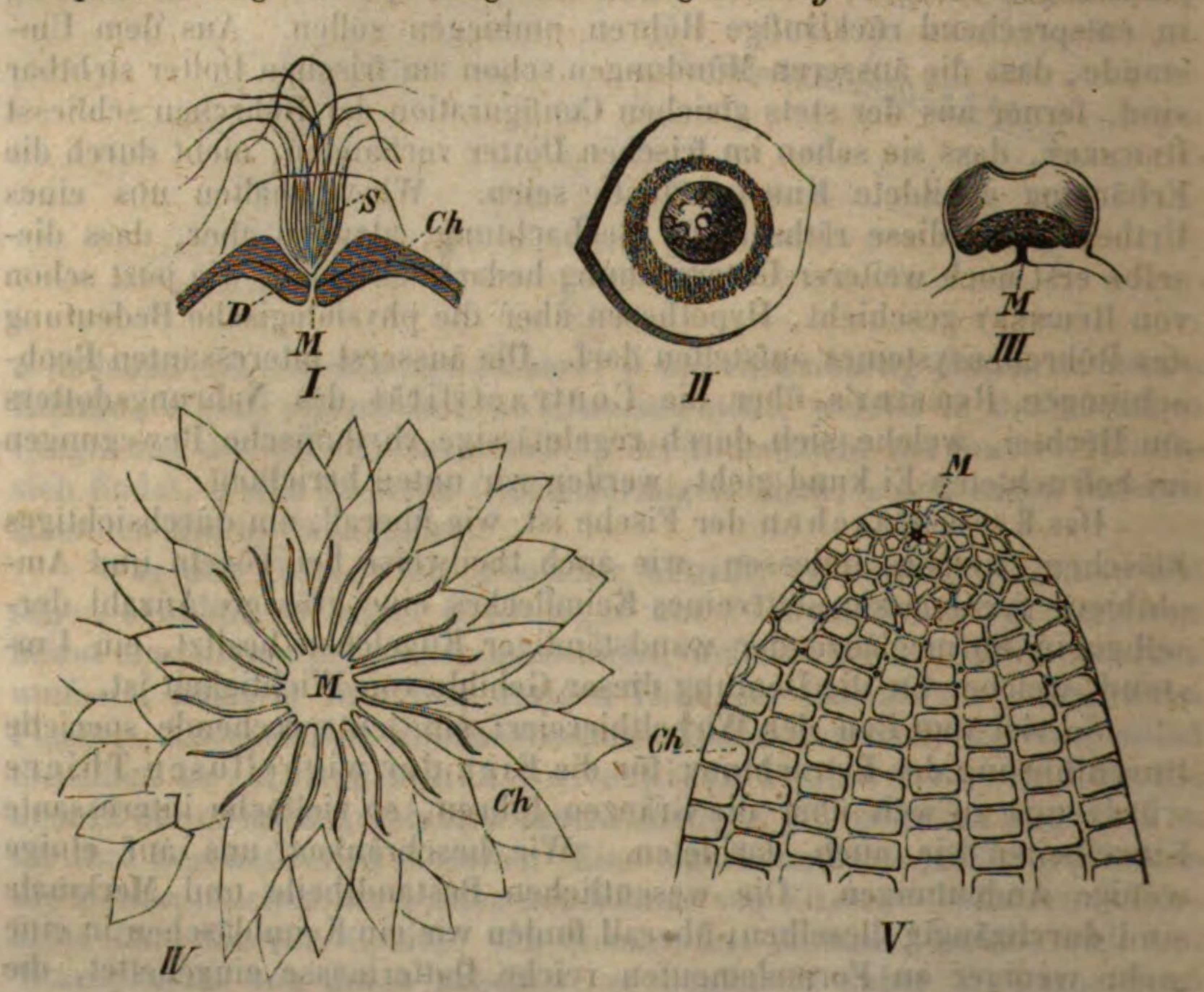
Was den Dotter der Fischeier betrifft, so zerfällt derselbe, wie schon erwähnt, in einen Bildungs- und Nahrungsdotter; ersterer bildet eine dünne peripherische Schicht, welche etwa die Hälfte des Eies umfasst, letzterer füllt den übrigen Theil der Eihöhle aus. Bei vielen Fischen, Knorpel- wie Knochenfischen, finden sich im Dotter suspendirt dieselben krystallinischen Dotterplättchen, welche wir oben bei dem Ei der nackten Amphibien beschrieben; es gilt daher im Allgemeinen für ihre Beschaffenheit dasselbe. Eine eigenthümliche Auffassung haben die Dotterplättchen der Fische neuerdings von FILIPPI¹⁴ erfahren. Derselbe fand sie (bei *Cobitis*) von Membranen umhüllt, welche sich auf Wasserzusatz von ihnen abheben; er deutet sie daher als kernartigen

Inhalt besonderer Zellen, denen er den Namen „Plättchenzellen“ giebt, und lässt sie im Innern dieser Zellen aus deren Inhalt allmählig sich herankommen. So richtig die von FILIPPI beschriebenen Thatsachen sein mögen, so zweifelhaft erscheint mir die Richtigkeit der von ihm behaupteten Zellennatur der fraglichen Bläschen; die Beweise, welche er dafür beibringt, auch die von ihm beobachtete anscheinende Theilung der Bläschen (d. h. Vorkommen mehrerer Krystallplättchen) in einer Hülle und Einschnürung dieser Hülle, scheinen mir durchaus nicht ausreichend. Häufiger als bei anderen Wirbelthieren findet man im Fischdotter freie Fetttropfen von verschiedener Grösse, besonders häufig peripherisch im Nahrungsdotter an der Stelle, wo er vom Bildungsdotter überzogen wird. Eine ganz wunderbare Structur hat REICHERT neuerdings am Nahrungsdotter des reifen Hechteies, andeutungsweise auch bei einigen anderen Fischeiern beobachtet. Er sah auf der Oberfläche neben den Oeltröpfchen zahlreiche kreisförmige Contouren, meist von geringerem Durchmesser als die Oeltröpfchen, mehr weniger dicht nebeneinander, während das Innere des frischen Dotters homogen erschien. An feinen Durchschnitten erhärteter Dotter aber ergaben sich diese kreisförmigen Contouren als die peripherischen Mündungen zahlreicher, den Dotter radiär durchsetzender, gegen einen Scheitelpunkt convergirender, meist Sförmig gebogener, feinerer und gröberer Röhrchen, welche indessen in jenem Scheitelpunkt nicht mit freien Mündungen endigen, sondern durch eine flache parabolische Krümmung in entsprechend rückläufige Röhren umbiegen sollen. Aus dem Umstande, dass die äusseren Mündungen schon am frischen Dotter sichtbar sind, ferner aus der stets gleichen Configuration der Röhrchen schliesst REICHERT, dass sie schon im frischen Dotter vorhanden, nicht durch die Erhärtung gebildete Kunstproducte seien. Wir enthalten uns eines Urtheils über diese räthselhafte Beobachtung, glauben aber, dass dieselbe erst noch weiterer Untersuchung bedarf, ehe man, wie jetzt schon von REICHERT geschieht, Hypothesen über die physiologische Bedeutung des Röhrchensystemes aufstellen darf. Die äusserst interessanten Beobachtungen REICHERT's über die Contractilität des Nahrungsdotters am Hechtei, welche sich durch regelmässige rhythmische Bewegungen im befruchteten Ei kund giebt, werden wir unten berichten.

Das Keimbläschen der Fische ist, wie überall, ein durchsichtiges Bläschen, welches indessen, wie auch theilweise bei Vögeln und Amphibien, regelmässig statt eines Keimfleckes eine grössere Anzahl derselben in Form glänzender wandständiger Kügelchen besitzt, ein Umstand, welcher für die Deutung dieser Gebilde von Wichtigkeit ist.

So viel vom Bau der Wirbelthiereier; eine entsprechende specielle Durchführung der Betrachtung für die Eier der wirbellosen Thiere würde uns zu weit über die Grenzen führen, so vielfache interessante Einzelheiten sie auch darbieten. Wir beschränken uns auf einige wenige Andeutungen. Die wesentlichen Bestandtheile und Merkmale sind durchgängig dieselben; überall finden wir ein Keimbläschen in eine mehr weniger an Formelementen reiche Dottermasse eingebettet, die

Dottermasse äusserlich bald nur von einer zarten eigentlichen Eihaut überzogen, bald die letztere durch verschiedenartige Auflagerungen, Eikapseln und accessorische Zuthaten des Eileiters verdickt. Form und Grösse bieten natürlich die mannigfachsten Verschiedenheiten. Die Gegenwart einer Mikropyle ist auch hier zwar noch nicht allgemein, allein durch neuere sorgfältige Forschungen bereits bei einer beträchtlichen Anzahl von Thieren der verschiedensten Classen nachgewiesen. So haben LEUCKART's fleissige Bemühungen die Mikropyle in den wunderbarsten Formverschiedenheiten als Gemeingut fast aller Insecteneier darge-
 gethan, J. MUELLER hat schon vor längerer Zeit einen Mikropylkanal am Holothurienei entdeckt, LEUCKART denselben bestätigt, LEUCKART und KEBER eine gleiche Einrichtung am Ei von *Anodonta* beobachtet, MEISSNER eine offene Mündung am Ei von *Mermis albicans* und von *Ascaris mystax* beschrieben (letztere Beobachtung wird freilich von BISCHOFF u. A. als irrig angefochten). Ganz besonders verweisen wir auf LEUCKART's Arbeit und Abbildungen; die reichen Aufschlüsse, welche uns dieselbe über den Bau des Insecteneies verschafft, sind in mehrfacher Beziehung von grösstem Interesse; es ist ebenso interessant, die mannigfachen Conformationen und Zeichnungen des sogenannten Chorions (*Ch*), d. h. einer secundär auf die ursprüngliche einfache zarte Dotterhaut (*D*) bei allen Insecteneiern aufgelagerten zweiten Hülle, als die zierlichen Mikropylenabbildungen an dem Befruchtungspol derselben zu verfolgen. Nur beispielsweise geben wir einige Abbildungen. *Fig. 1* stellt einen Durch-



schnitt der Mikropyle *M* von *Melophagus ovinus* mit einem Saamenpfropf *S*, *Fig. 2* dieselbe Mikropyle von oben gesehen, *Fig. 3* den Durchschnitt einer Mikropyle des Eies von *pediculus pubis*, *Fig. 4* den Mikropylenapparat von *Sphinx populi*, *Fig. 5* den oberen Eipol von *Colias hyale* dar.

Versuchen wir es nun, auf der gegebenen thatsächlichen Basis einige allgemeine Betrachtungen über die histiologische Deutung des thierischen Eies anzustellen. Es ist eine alte und noch heutzutage nicht abgethane Streitfrage: ist das Ei als eine Zelle zu betrachten, in welcher das Keimbläschen den Kern, der Dotter den Zelleninhalt, die Dottermembran, wo sie vorhanden, die Zellmembran darstellt, oder stellt nur das Keimbläschen eine Zelle, das darum gebildete Ei ein Gebilde *sui generis* dar? Da die Frage, ob Zelle oder nicht, im Grund von rein histiologischem Interesse ist, und ihre Beantwortung in erster Instanz von der Definition des histiologischen Begriffs der Zelle abhängt, können wir ihr hier keine weitläufige Erörterung schenken. Nach meinem Dafürhalten sind es vor allen Dingen die späteren Entwicklungsschicksale des Dotters, welche für seine Deutung als Zellensubstanz sprechen, insofern derselbe durch einen fortgesetzten Theilungsprocess sich in eine Anzahl von Parthien spaltet, welche unzweifelhaft alle Charaktere der Zellen tragen, unzweifelhaft als solche beim Aufbau des Embryo sich geriren. Auf der anderen Seite ist in die Waagschale zu legen, dass auch das Keimbläschen, oder ein ihm gleichbeschaffenes, an seine Stelle tretendes Bläschen, jenen Theilungsprocess durchmacht, und dass gegen die Auffassung dieser Spaltung als Kerntheilung der Umstand spricht, dass bei manchen Eiern, wie den Cestodeneiern, das Keimbläschen sogar allein ohne Theilnahme des Dotters durch Theilung aus sich eine Generation von Bläschen schafft, welche unzweifelhaft die Rolle von Zellen spielen. Ferner ist nicht zu läugnen, dass allerdings die Entstehungsweise des Keimbläschens in Uebereinstimmung mit dem Typus der thierischen Zellbildung steht, der Bildung des Eies um das Keimbläschen aber in neuerer Zeit alle Analogie mit einem Zellbildungsprocess entzogen worden ist. Der Dotter lagert sich secundär um das fertige Keimbläschen ab und umgiebt sich in dritter Ordnung erst mit der äusseren Membran, wo eine solche vorhanden ist; zuweilen sind es besondere Organe, von denen dem an einem anderen Ort gebildeten Keimbläschen auf seinem Wege der Dotter aufgelagert wird. So lange der Glaube an die Existenz einer freien Zellbildung nach SCHWANN's Theorie im thierischen Organismus noch feststand, durfte man diese Art der Eibildung sogar als eclatantes Beispiel einer solchen Zellbildung betrachten; jetzt aber, wo dieser Bildungstypus für alle anderen wahren Thierzellen mehr weniger sicher widerlegt ist, wird es bedenklich, die Entstehung des Eies als einziges Beispiel desselben noch bestehen zu lassen. Die Gründe, welche man aus der Grösse und der Zusammensetzung des Eies gegen seine Zellnatur hat ableiten wollen, sind sämmtlich nichtig. Der Einwand, den man aus der Zusammensetzung des gelben Vogeldotters ableitete, fällt mit der unzweifelhaft richtigeren Beschränkung des Vogeleeies

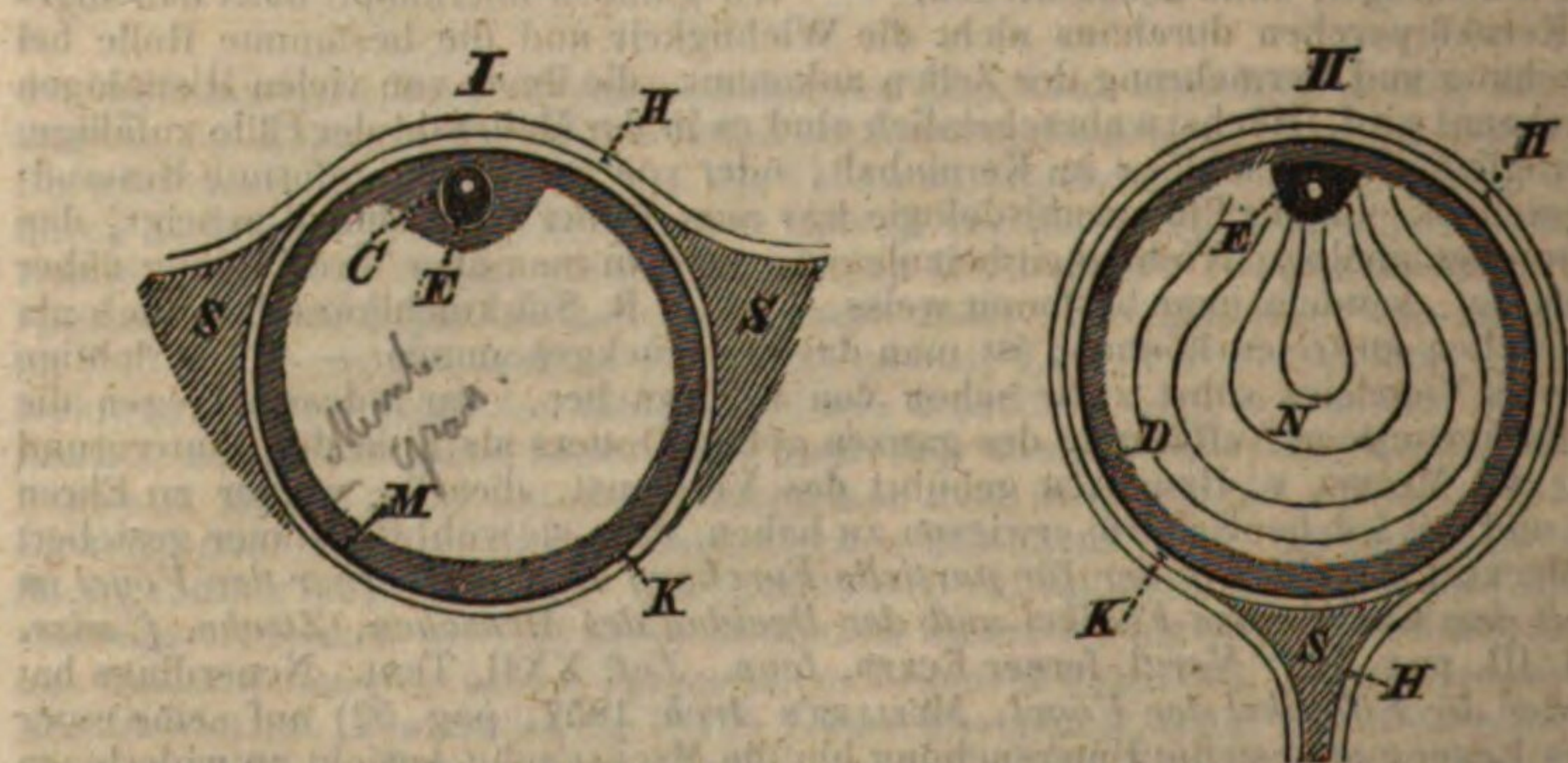
auf die Keimscheibe; das Fehlen einer Membran um letztere ist kein Hinderniss, sie als Zelle zu betrachten, zumal jetzt, wo man anfängt, alle Nervenzellen des Rückenmarks und Gehirns als membranlos auszugeben. Ebenso wenig liegt ein stichhaltiger Gegengrund in der Beschaffenheit und Zusammensetzung der äusseren Eihaut mit ihren secundären Auflagerungen. Nur einen Umstand möchte ich noch zu Gunsten der Zellennatur des thierischen Eies anführen. Analogien sind keine strengen Beweise, aber werthvolle Stützen. Das Analogon des thierischen Eies bei den phanerogamen Pflanzen ist zweifelsohne der Embryosack, nicht, wie Manche gemeint haben, das Keimbläschen; dass der Embryosack trotz seiner zuweilen ausserordentlichen Grösse, trotz der verschiedenen in seinem Innern auftretenden Gebilde eine Zelle ist, als Zelle entsteht, haben SCHLEIDEN und HOFMEISTER zur Evidenz erwiesen. Wir werden unten sehen, dass der Kern der thierischen Eizelle, das Keimbläschen sowohl als die ursprüngliche Membran (*zona pellucida*) ihre Rolle ausgespielt haben, wenn das Ei reif ist, dass bei dem Beginn der Entwicklung ein neuer Kern im Dotter entsteht, und letzteren für sich als Zelle um sich attrahirt, als eine Zelle, für welche die Zona ohne Bedeutung ist. Genau ebenso bei den Pflanzen. Im ausgebildeten Embryosack sind die Zellwand und der von HOFMEISTER darin constant gefundene Zellkern todte Theile, der Inhalt desselben (der Pflanzendotter) wird für sich lebendig, schafft aus sich Zellen, die Pflanzenkeimbläschen, oder auch ausser diesen noch eine als Endosperm bezeichnete überschüssige Zellenbrut. Also ein vollständiger Parallelismus zwischen Thier- und Pflanzenei in diesen wesentlichen Punkten, die unzweideutige Zellennatur des Embryosacks daher auch ein Grund mehr für die Deutung des thierischen Eies als Zelle.

¹ Die Literatur über die Morphologie des Eies ist so unendlich gross, dass wir uns hier nur auf Nennung der Hauptarbeiten bei den verschiedenen Thierclassen beschränken. Die erste ausführliche, alle Classen der Thiere umfassende Arbeit über das Ei, in welcher durch sorgfältige Untersuchungen der Beweis für die morphologische Identität dieses Gebildes in allen Classen geführt wurde, ist R. WAGNER's *Prodromus historiae generationis hominis atque animalium*, Lipsiae 1836. Der Entdecker des Säugethiereies ist v. BAER, *de ovi mammalium et hominis genesi*, Lipsiae 1827, er fand das wahre Ei, während man bis dahin den Bildungsfollikel desselben, das sogenannte *ovulum Graafianum*, als Ei betrachtet hatte. Der Entdecker des Eikernes, des Keimbläschens, ist PURKINJE, *Symbola ad ovi avium historiam ante incubationem*, Lipsiae 1830, daher dasselbe auch den Namen des PURKINJE'schen Bläschens führt; der Entdecker des Keimflecks endlich ist R. WAGNER. Die genauesten Aufschlüsse über den Bau des Säugethiereies verdanken wir BISCHOFF's trefflichen Untersuchungen: *Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies* (gekrönte Preisschrift), Braunschweig 1842, *Entwicklungsgeschichte des Hundeeies*, Braunschweig 1845, *Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens*, Giessen 1852, u. *Entwicklungsgeschichte des Reheies*, Giessen 1854. In diesen Grundwerken ist die ganze Geschichte des Säugethiereies mit den bezüglichen Quellenangaben sorgfältig zusammengestellt. Vergl. ferner: ALLEN THOMPSON, Art.: *Ovum* in TODD's *Cyclop. of Anat. and Physiol.* — ² H. MEYER, *über das Säugethierei*, MUELLER's *Arch.* 1842, pag. 17. Schon früher war eine Zusammensetzung der *zona pellucida* aus mehrfachen Schichten und Häuten wiederholt behauptet, aber nie direct erwiesen worden. So unterschied R. WAGNER früher ein äusseres Chorion von einer inneren eigentlichen Dotterhaut, und liess beide durch eine interstitielle Flüssigkeitsschicht von einander getrennt sein (MUELLER's *Arch.* 1835, pag. 374). KRAUSE betrachtete die Zona als dicke, nur äusserlich von einer dünnen Membran überzogene Eiweisschicht (MUELLER's *Arch.*

1837, pag. 27) u. s. f. — ³ J. MUELLER, *über den Kanal in den Eiern der Holothurien*, *Monatsbericht der Berliner Akademie*, April 1851, *MUELLER'S Arch.* 1854, pag. 60; LEUCKART, *Zusatz zu BISCHOFF'S Schrift: Widerlegung des von Dr. KEBER bei den Najaden und von Dr. NELSON bei den Ascariden behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei*, Giessen 1854. — ⁴ J. MUELLER, *über zahlreiche Porenkanäle in der Eikapsel der Fische*, *Monatsber. d. Berl. Akad.* März 1854, *MUELLER'S Arch.* 1854, pag. 186; REICHERT, *über die Mikropyle der Fischeier und über einen bisher unbekannten eigenthümlichen Bau des Nahrungsdotters reifer und befruchteter Hechteier*, *MUELLER'S Arch.* 1856, pag. 83. — ⁵ C. BRUCH, *über die Mikropyle der Fische*, *Send-schreiben etc.*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VII. pag. 172. — ⁶ LEUCKART, *über die Mikropyle und den feineren Bau der Schaalenhaut bei den Insecteneiern*, zugleich ein *Beitrag zur Lehre von der Befruchtung*, *MUELLER'S Arch.* 1855, pag. 90. — ⁷ Die vorübergehende Bildung einer Mikropyle ist zwar bei den Thieren nirgends beobachtet, und vielleicht auch nicht recht wahrscheinlich, weil die Hüllen des reifen Eies überhaupt keine Lebenserscheinungen mehr zeigen; bei den Pflanzen ist ein Beispiel dafür durch die ausserordentlich interessanten Beobachtungen von PRINGSHEIM über den Befruchtungsvorgang bei Algen, und zwar bei *Oedogonium*, mit völliger Bestimmtheit nachgewiesen. PRINGSHEIM (*Unters. über Befruchtung und Generationswechsel der Algen*, Berlin 1856) sah die Mikropyle an der reifen (Ei)zelle unmittelbar vor dem Eindringen der Saamenzellen unter seinen Augen sich bilden. Wir kommen auf diese Thatsache bei der Befruchtungslehre zurück. — ⁸ Behauptet wurde die vorübergehende Bildung einer Mikropyle beim Kaninchenei von BARRY, *Philosoph. transactions for the year 1840*, Part II. pag. 533 (Plate XXII. u. XXXIII.). Es soll sich nach ihm vor der Befruchtung das Keimbläschen an eine Stelle der Peripherie begeben, und an dieser eine rissartige Oeffnung bilden, welche sich nach dem Eintreten der Saamenfäden wieder schliesse. Er vertheidigt diese Annahme neuerdings (*MUELLER'S Arch.* 1850, pag. 553, *Taf. XVI, Fig. I*) und sucht daselbst die Bildung der Mikropyle theoretisch zu erklären. Es bedürfen indessen diese Angaben BARRY'S, wie so manche andere, von denen später die Rede sein wird, einer Constairung durch andere bewährte Beobachter. — ⁹ Die in Rede stehende Beobachtung MEISSNER'S (*Beobacht. über das Eindringen d. Saamenelemente in den Dotter*, I. (*Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VI. pag. 208 (248), *Taf. VII, Fig. 11*) ist kurz folgende. Das betreffende Kaninchenei war, wie dies bei diesen Thieren stets im Eileiter geschieht, von einer dicken aufgelagerten Eiweisschicht umgeben. Unter dieser völlig unversehrten Eiweisschülle zeigte die Zona eine von verdickten Rändern umgebene Oeffnung, in welche der Dotter scharfbegrenzt mit einer uhrglasartigen Wölbung hineinragte, ohne auszufließen. — ¹⁰ Wir glauben überhaupt, dass den sogenannten Kernkörperchen durchaus nicht die Wichtigkeit und die bestimmte Rolle bei der Entstehung und Vermehrung der Zellen zukommt, die ihnen von vielen Histiologen noch zuerkannt wird. Höchstwahrscheinlich sind es in der Mehrzahl der Fälle zufällige, oft nachträgliche Niederschläge im Kerninhalt, oder von vornherein geformte Bestandtheile desselben. In der Pflanzenhistiologie war man früher auch einmal geneigt, den Kernkörperchen analoge Wichtigkeit beizulegen, seitdem man aber ihre Bildung näher beobachtet hat, seitdem man bestimmt weiss, dass z. B. Stärkmehlkörnchen auch als Kernkörperchen auftreten können, ist man davon zurückgekommen. — ¹¹ Die richtige Deutung des Vogeleies rührt zwar schon von v. BAER her, war indessen gegen die herrschend gewordene Auffassung des ganzen gelben Dotters als Ei in den Hintergrund getreten. H. MECKEL v. HEMSBACH gebührt das Verdienst, dieselbe wieder zu Ehren gebracht und mit solcher Schärfe erwiesen zu haben, dass sie wohl für immer gesichert ist. S. MECKEL, *die Bildung der für partielle Furchung bestimmten Eier der Vögel im Vergl. mit dem GRAAF'schen Follikel und der Decidua des Menschen*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. III. pag. 420. Vergl. ferner ECKER, *Icon.*, *Taf. XXII, Text.* Neuerdings hat HOYER (*über die Eifollikel der Vögel*, *MUELLER'S Arch.* 1857, pag. 52) auf seine unter REICHERT'S Leitung angestellte Untersuchung hin die MECKEL'sche Ansicht zu widerlegen gesucht, und zwar, wie schon im Text erwähnt, durch den Nachweis einer von Anfang an präformirten homogenen Dottermembran. — ¹² VALENCIENNES et FRÉMY, *Ann. de chim. et de phys.* III. Sér. T. L. pag. 129. — ¹³ RADLKOEFER, *über die wahre Natur der Dotterplättchen*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. IX. pag. 529. — ¹⁴ FILIPPI, *zur näheren Kenntniss der Dotterkörnchen der Fische*, ebend. Bd. X. pag. 15.

§. 268.

Genese des Eies. Die Bildungsstätten der Eizelle bestehen bei den Wirbelthieren durchgängig in geschlossenen Follikeln, welche in das indifferente Stroma der Keimdrüse eingebettet sind. Diese Drüsenelemente, welche GRAAF'sche Follikel (früher *ovula Graafiana*), Eikapseln, *ovisacs* benannt sind, zeigen im ausgebildeten Zustande beim Menschen folgenden Bau. Es sind vollkommen geschlossene Bläschen, die reifsten bis zu 3''' Durchmesser, deren äussere Wand aus einer mehrfach geschichteten bindegewebigen Kapsel und einer dieselbe innerlich begränzenden structurlosen *membrana propria* (KOELLIKER) besteht. Die Innenseite dieser Kapsel wird austapeziert von einem aus mehreren Schichten rundlicher kernhaltiger Zellen gebildeten Epithel, der sogenannten *membrana granulosa*, welche regelmässig an derjenigen Stelle des Follikels, welche nach der Oberfläche des Ovariums gerichtet ist und über dieselbe hervorragt, einen nach innen vorspringenden Hügel, den sogenannten Keimhügel, *cumulus proligerus*, bildet, in dessen Mitte das Eichen selbst eingebettet liegt. Die Zellen der *membrana granulosa* und des Keimhügels, der nur eine Verdickung der ersteren darstellt, zeichnen sich durch zarte Membranen, einen feinkörnigen, häufig mit gelblichen Fetttröpfchen untermischten Inhalt, und grosse, deutliche Kerne aus. Der innere Hohlraum der Kapsel ist von einer schwach gelblichen, serumartigen, eiweisshaltigen, klaren Flüssigkeit ausgefüllt. Vollkommen gleich verhalten sich die Follikel bei den Säugethieren. Es ist unmöglich, Bau und Eigenthümlichkeiten der Follikel speciell durch die Reihe der Wirbelthiere zu verfolgen; nur ein vergleichender Blick



auf den Follikel des Vogeleierstocks sei uns gestattet, um die oben behauptete Identität des gelben Vogeldotters mit der *membrana granulosa* des Säugethierfollikels zur Evidenz zu zeigen. *Fig. I* der vorstehenden schematischen Abbildungen stellt den Durchschnitt eines reifen Säugethierfollikels, *Fig. II* den eines Vogelfollikels dar.

Während bei den Säugethieren der Follikel im unreifen Zustande

ganz in das Stroma *S* des Eierstocks eingebettet liegt, im reifen nur mit einem kleinen Abschnitt über die Oberfläche hervorragt, so dass dieser Abschnitt von der äusseren Haut des Eierstocks *H* überzogen wird, sitzen die reifen Vogelfollikel wie die Beeren einer Traube am Eierstock, so dass dessen unterste Haut *H* sie rings überzieht und an ihrer untersten Stelle als Stiel (*H'*) auf den Körper des Eierstocks übergeht. Der Follikel selbst zeigt bei beiden dieselbe äussere bindegewebige Kapsel *K*. Diese Kapsel wird bei beiden innerlich von Zellen ausgekleidet, nur mit dem Unterschiede, dass diese Zellen bei den Säugethieren lediglich wandständig, als ein geschichtetes Epithel *M*, *membrana granulosa*, welches sich an der oberflächlichsten Stelle zum Keimhügel *C* verdickt, angeordnet sind, während beim Vogel diese Zellen die ganze Follikelhöhle *N* erfüllen, und nach MECKEL ihre äussersten Lagen zu einer Membran, der sogenannten Dottermembran *D*, verwachsen sind. An der oberflächlichsten Stelle des Follikels liegt bei beiden das Ei *E*, beim Säugethier in dem sogenannten Keimhügel, aus Zona, Dotter und Keimbläschen bestehend, beim Vogel als sogenannter Bildungsdotter nur aus Dotter und Keimbläschen bestehend, wenn sich nicht die von MECKEL angenommene (schleimige) Zona bestätigt. Nach SCHWANN, REICHERT und HOYER verhält sich die Sache allerdings anders; es existirt eine vom gelben Dotter geschiedene *membrana granulosa* als Epithel des Follikels auch beim Vogel, der gelbe Dotter wird von dieser *membrana granulosa* durch eine besondere structurlose nicht aus verwachsenen Zellen entstandene Membran, die Dotterhaut, getrennt. Der Dotter ist daher nach diesen Autoren nicht Analogon der *membrana granulosa*, sondern Eiinhalt, seine Dotterhaut Analogon der *zona pellucida*. Ich habe mich von dieser Sondernung einer *membrana granulosa* vom gelben Dotter durch eine interponirte homogene Membran noch nicht überzeugen können; selbst wenn sie aber vorhanden ist, scheint mir ihre Auffassung als *zona pellucida* nicht gerechtfertigt den mannigfachen gewichtigen Gründen gegenüber, welche gegen die Identificirung des gelben Dotters der Vögel mit dem wahren Eiinhalt, für die Analogie desselben mit der *membrana granulosa* des Säugethiereies sprechen. Einen der augenscheinlichsten Beweise für diese Analogie werden wir bei Betrachtung der späteren Schicksale der *membrana granulosa* nach dem Austritt des Eies kennen lernen. Wir werden sehen, dass, während beim Vogel die *membrana granulosa* als gelber Nahrungsdotter mit dem Ei austritt, der völlig entleerte Follikel daher gänzlich zusammenfällt, beim Säugethier die *membrana granulosa* im Follikel zurückbleibt, und nach dem Austritt des Eies durch mächtige Wucherung ihrer Zellen zum sogenannten gelben Körper wird, dessen Identität mit dem Nahrungsdotter des Vogels handgreiflich ist.

Bei der grossen Mehrzahl der wirbellosen Thiere entstehen die Eier nicht in geschlossenen Follikeln, sondern in der freien Höhle der schlauchförmigen Keimdrüsen in der Weise, dass ihre ersten Anfänge in den hintersten blinden Anfängen der Schläuche sich bilden, ihre weitere Entwicklung aber während des allmäligen Vorrückens nach dem Ausgang der Geschlechtsdrüse zu stattfindet.¹

So gross auch die Verschiedenheiten der Form und des Baues der weiblichen Keimdrüsen bei verschiedenen Thierclassen sein mögen, so viel steht fest: der Bildungsvorgang des Eies selbst ist durch die ganze Thierreihe hindurch einer und derselbe in allen wesentlichen Punkten. Ueberall, so weit directe glaubwürdige Beobachtungen vorliegen, entsteht zuerst das Keimbläschen, welches sich sodann mit der Dottermasse umhüllt, und dann erst bildet sich um die Oberfläche der Dotterkugel die Dottermembran mit ihren secundären Auflagerungen. Fassen wir den Vorgang bei den Säugethieren etwas näher in's Auge. Jedes Ovarium zeigt Follikel auf allen möglichen Entwicklungsstufen, die jüngsten tief in das Stroma eingebettet, die reiferen näher der Oberfläche, die reifsten über dieselbe hervorragend (ECKER, *Ic.*, *Taf.* XXII, *Fig.* 8). Die Bildungsgeschichte des Eies fällt mit der des Follikels zusammen, die jüngsten Follikel bestehen nur aus kleinen rundlichen Häufchen von engverbundenen Zellen, diese Zellenhäufchen erscheinen alsbald von einer scharf contourirten, anscheinend structurlosen Membran überzogen und durch sie scharf nach aussen abgegränzt. Ob diese Gränzmembran durch Verschmelzung der äussersten Zellenlage, oder durch Consolidirung eines amorphen Blastems entstehe, darüber streitet man noch, sie stellt die erste Anlage jener nach KOELLIKER auch im reifen Follikel noch unter der Zellgewebetskapsel vorhandenen *membrana propria* dar. Bald darauf zeigt sich in der Mitte des Häufchens ein deutlich vor den Zellen sich auszeichnendes liches Bläschen mit einem dunkeln, sphärischen Kern im Inneren, welches die folgenden Stadien unzweifelhaft als das Keimbläschen mit dem Keimfleck legitimiren. Nach dem Erscheinen desselben sieht man die Zellen der Follikelanlage sich in einfacher Lage zu einem Epithel an der äusseren Wand ordnen, und zu gleicher Zeit um das centrale, von dem Epithel noch ringsum begränzte Keimbläschen einzelne feinere und gröbere, blässere und dunklere Körnchen sich niederschlagen, welche allmählig zu einem grösseren rundlichen Haufen, in welchem meist excentrisch das Keimbläschen liegt, sich vermehren. Kurz, es umlagert sich das Keimbläschen mit einem Hof jener als Dottersubstanz beschriebenen Emulsion, und erst später bildet sich auf der Oberfläche dieses Dotters eine im Anfang ausserordentlich zarte, allmählig fester und dicker werdende Membran aus, sei es durch Niederschlag von aussen auf die Dotterkugel, oder durch eine Verdichtung und chemische Umwandlung der äussersten Schicht der zähen Bindesubstanz des Dotters selbst. Die allmählige Verdickung, welche die Dottermembran zur Zona macht, scheint uns unzweifelhaft durch Auflagerung von aussen zu geschehen. Das mit der Bildung der Zona vollendete Ei füllt den Follikel vollständig aus, wird ringsum von jener einfachen Epithelschicht der primitiven Zellen begränzt. Die weiteren Veränderungen, welche dieser Primordialfollikel eingeht, sind kurz folgende. Während sich äusserlich um jene structurlose *membrana propria* allmählig die Bindegewebetskapsel entwickelt, wird durch Ausscheidung und Ansammlung von Flüssigkeit im Centrum das junge Eichen an die Wand gedrängt, der Follikel mehr und mehr ausgedehnt. Gleichzeitig beginnt die ein-

fache wandständige Zellenlage durch massenhafte Vermehrung ihrer Elemente zur *membrana granulosa* zu wuchern, und an derjenigen Stelle, an welcher das Eichen eingedrängt ist, dasselbe mit einer dicken Zellenhülle, dem Keimhügel, zu überwuchern.

In seinen Grundzügen bleibt, wie erwähnt, der Eibildungsprocess durch die ganze Thierreihe derselbe, besteht überall in einer Umbildung der Eizellensubstanz um das primäre Keimbläschen.² Es sind freilich, besonders in früherer Zeit, auch mannigfache abweichende Ansichten aufgestellt und vertheidigt worden. Besonders hartnäckig ist von einigen Seiten, vor Allem von REICHERT, behauptet worden, dass um das Keimbläschen als Kern zunächst die Zellmembran des Eies, die Dotterhaut, sich bilde, und dann erst zwischen Membran und Kern der Dotter als Inhalt allmählig sich ablagere, die Membran vom Kern abhebend und ausdehnend. Wir können hier nicht ausführlich auf eine Kritik der speciellen Beobachtungen eingehen, auf welche REICHERT sich stützt, glauben aber mit der Mehrzahl der Physiologen, dass auch diese Fälle unter das allgemeine Gesetz gehören, nach welchem die Dotterhaut erst nach dem Dotter sich bildet, wenn auch in einigen Fällen früher als in anderen. Ganz entschieden irrig sind COSTE's Beobachtungen, durch welche er zu der sonderbaren Behauptung verführt wurde, dass die Dottermembran das zu allererst gebildete Element der Eizelle sei, das Keimbläschen erst nachträglich endogen in ihr sich bilde. Ueber die Bildungsweise des Keimbläschens fehlt es noch an genügenden Beobachtungen; es ist zwar vielfach behauptet worden, dass es sich um den Keimfleck bilde, wie das Ei um das Keimbläschen, allein mehr einem aprioristischen Zellenbildungsschema zu Liebe, als auf sichere Beobachtungen hin. Es wird eine solche Bildungsweise des Keimbläschens unzweideutig widerlegt durch die Thatsache, dass bei manchen Thieren das Keimbläschen Anfangs ohne Keimfleck ist, letztere einfach oder in Mehrzahl erst nachträglich aus dem Inhalt des Bläschens sich niederschlagen, oder, wie beim Frosch, Anfangs in sehr geringer Anzahl vorhanden sind, und nachträglich sich vervielfachen. Es kommen in der Thierreihe gewisse Abweichungen von dem Gange der Eibildung, den wir bei den Säugethieren beschrieben haben, vor, welche indessen unseres Erachtens unwesentliche sind, nicht, wie von Manchen behauptet worden ist, Einwände oder Ausnahmen von dem Bildungsgesetz begründen. So schlagen sich nicht überall die Dotterkörnchen mit ihrer Bindemasse allmählig direct um das Keimbläschen nieder, sondern erstens giebt es Fälle, wo die Dotteremulsion in einer besonderen Abtheilung der Keimdrüse für sich gebildet wird, und als fertige Masse sodann von dem in diese Abtheilung gelangenden Keimbläschen angezogen wird, zweitens finden wir in anderen Fällen diese körnige Emulsion Anfangs nicht um den Dotter, sondern neben dem Dotter als besondere Kugel oder Halbkugel (Dotterkern V. CARUS) gelagert. Letzteres ist z. B. beim Froschei, ersteres bei den Nematoden der Fall. Die Keimdrüse der Nematoden zerfällt in einen Keimstock und einen Dotterstock, in ersterem entstehen die Keimbläschen, in letzterem die Dotteremulsion;

beide münden in einen gemeinschaftlichen Raum, in welchem die herabrückenden Keimbläschen sich jedes mit einer Kugel der hinzutretenden Dottermasse umlagern. Es bleibt auch in diesem Falle die wesentliche Eigenthümlichkeit der Eigenese, dass ein primär entstandenes Keimbläschen als Attractionscentrum für ein zur Dottersubstanz werdendes Blastem dient; ob dieses Blastem an einem besonderen Orte oder direct um das Keimbläschen gebildet, und in dem Maasse, als es entsteht, von dem Keimbläschen angezogen wird, dünkt uns für die theoretische Deutung des in Rede stehenden Bildungsvorganges gleichgültig. Beim Frosch umlagert sich das Keimbläschen zunächst mit einer durchsichtigen hyalinen Substanz ohne Formelemente, welche als heller Hof um dasselbe erscheint; erst nachträglich entstehen in dieser Grundmasse die Dotterplättchen, aber nicht gleichmässig an allen Stellen derselben, sondern nur an einer einzigen Stelle als kugliger oder halbkugliger Haufen feiner Körnchen, welcher sich schichtenweise verkleinert, indem seine Elemente sich allmählig der durchsichtigen Dottersubstanz beismischen. Erst nach der Entstehung des sogenannten Dotterkernes bildet sich die Dottermembran. Es ist auch dies zweifelsohne nur eine unwesentliche Abweichung, dass die von dem Keimbläschen nach dem Gesetz attrahirte Dottersubstanz Anfangs ohne Formelemente ist, dass diese an einer bestimmten Stelle sich entwickeln, während bei anderen Eiern Binde substanz und Formelemente des Dotters gleichzeitig und von Anfang an in gleichmässiger Vertheilung entstehen. Nach V. CARUS³ verhält sich das Spinnenei in dieser Beziehung dem Froschei analog. Schon früher war von v. SIEBOLD und WITTICH in unreifen Eiern einiger Spinnenarten neben dem Keimbläschen in der homogenen Dottersubstanz ein runder Kern von feinkörniger, nach WITTICH concentrisch geschichteter Beschaffenheit und ziemlich grosser Resistenz gegen Druck beschrieben worden. CARUS, welcher diesen „Kern“ näher untersucht und denselben Dotterkern genannt hat, glaubt, dass von demselben die Bildung des feinkörnigen „Bildungsdotters“ des Spinneneies ausgehe, indem er sich unter allmählicher Abgabe seiner Substanz in Gestalt feiner, der Dotterflüssigkeit sich beimengender Moleküle auflöse, daher im reifen Ei gänzlich verschwunden sei. Im Gegensatz hierzu lässt CARUS die Bestandtheile des „Nahrungsdotters“ in Gestalt grösserer Fetttröpfchen an der Peripherie des Eies, nämlich an dessen Insertionsstelle entstehen, und zwar durch Vermittlung der ausserhalb des Eies befindlichen Zellen. WITTICH ist insofern in Widerspruch mit CARUS, als er den genannten Dotterkern nicht in Dottersubstanz sich auflösen sah, sondern durch Verflüssigung seines Inhaltes und Verdichtung seiner Peripherie zu einer Membran in eine eigenthümliche Kapsel verwandelt noch im reifen Ei fand, wodurch er natürlich seine Bedeutung als Matrix des Dotters und Analogon des Dotterkernes im Froschei verlieren würde. Wir können nicht entscheiden, welche Beobachtungen die richtigeren; welche es aber auch sein mögen, in keinem Falle begründen sie eine Grunddifferenz der Genese des Spinneneies, welche, wie CARUS selbst hervorhebt, in gleicher Weise wie beim Säugethiere auf eine primäre

Keimbläschenbildung, Umlagerung desselben mit Dottersubstanz und endliche Bildung einer Dottermembran hinausläuft.⁴

Das allgemeine Gesetz für die Bildung des Eies lässt sich daher folgendermaassen formuliren: Die Eier sämtlicher Thiere entstehen nach dem sogenannten Typus der Umhüllungskugeln, indem bei allen ein primär entstandenes, als Kern fungirendes Bläschen, das Keimbläschen, zunächst sich mit der Eisubstanz, dem Dotter, umlagert, und diese erst durch eine Membran, die Dottermembran, bestimmter nach aussen sich abgränzt.

¹ Die ausführlichere Beschreibung der Formen der Keimdrüsen bei den Thieren gehört in die vergleichende Anatomie, auf deren Lehrbücher wir daher verweisen. LEUCKART hat sich bemüht, die Momente aufzusuchen, von denen die beiden Grundformen der Eierstöcke, die folliculöse und die schlauchförmige, bedingt werden. Als Hauptmoment betrachtet er die Grösse der Eier: die Bildung grösserer Eier soll folliculöse, die kleinerer Eier schlauchförmige Drüsen erfordern; da die erstere Form aber auch bei den Säugethieren, deren Eier relativ sehr klein sind, sich findet, giebt LEUCKART selbst zu, dass noch andere Motive bestimmend auf die Structur der Keimdrüse einwirken müssen. — ² LEUCKART a. a. O. pag. 783 hat in kurzen Zügen die Hauptcharaktere der Eibildung bei den einzelnen Thierclassen beschrieben. — ³ Vergl. V. CARUS, *über die Entw. des Spinneneies*, Ztschr. f. wissensch. Zool. Bd. II. pag. 97 (Taf. IX); SIEBOLD, *Lehrb. d. vergl. Anat.* pag. 543 u. WITTICH, *observat. de araneorum ex ovo evolutione*, Halis 1845. — ⁴ Eine ganz eigenthümliche Bildungsweise der Eier ist vor Kurzem von G. MEISSNER (Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. V. pag. 207, Bd. VI. pag. 208) bei *Mermis albicans* und *Ascaris (mystax, marginata und megalocephala)* beschrieben worden, welche, wenn sich alle Angaben MEISSNER's bestätigten, allerdings eine wesentliche Abweichung von dem bei den übrigen Thieren erwiesenen Bildungsprocesse darstellen würde. Es sollen bei den genannten Thieren die Eier nicht jedes für sich durch Umlagerung eines Keimbläschens mit ursprünglich nackter Dottermasse, sondern gleichzeitig in grösserer Anzahl durch eine Theilung einer ausgebildeten membranwandigen Mutterzelle in folgender Weise entstehen. Im obersten blinden Ende des Keimdrüsenschlauches entstehen nach MEISSNER kernhaltige, mit einer Membran versehene Zellen, die weiblichen Keimzellen, deren Inhalt sich bei weiterem Wachsthum der Zellen durch zahlreich hervortretende glänzende Körnchen allmählig trübt und ganz das Ansehen des Dotters der späteren Eier erhält (Fig. 1). Der Kern theilt sich nun, die Tochterkerne theilen sich wieder, und so entsteht eine bei den verschiedenen Gattungen und Arten verschiedene Anzahl von Kernen, welche sich an die Wand der Zelle begeben, die Membran derselben, jeder für sich, hernienartig ausbuchten, so dass die Keimzelle endlich das Ansehen von Fig. 2 oder 3 erhält. Sie stellt eine Art Traube dar, deren Beeren von den einzelnen, durch je einen Kern hervorgebrachten birnförmig oder dreieckig gewordenen Ausbuchtungen gebildet werden, deren Stiel, der von den Abschnürungen übrig gelassene Theil der ursprünglichen Zelle, entweder wie in 2 (*Ascaris mystax*) nur als rundes Centrum, oder auch, wie in 3 (*Strongylus armatus*), als eine langgestreckte „Rhachis“ erscheint. Diese durch Abschnürung gesonderten dreieckigen oder birnförmigen gestielten Theile der Keimzellen sind nun nach MEISSNER die jungen Eier, welche durch Loslösung, Abreissen ihres Stielchens frei und selbständig werden sollen (Fig. 4). Ihre Membran, welche bei dieser Bildungsweise als ein sich abschnürender Theil der Mutterzellenmembran von Anfang an vor den durch Theilung des Mutterkerns gebildeten Keimbläschen vorhanden ist, bleibt an der Stelle, wo der Stiel von der Rhachis abreisst,



offen; diese Oeffnung (*a Fig. 4*), welche nach MEISSNER durch das Abfliessen des Dotters bei Anwendung von Druck leicht nachweisbar sein soll, stellt die Mikropyle dar, durch welche die Saamenelemente, wie wir später sehen werden, in das Innere der Eizelle eindringen. Allein gerade diejenigen Punkte der MEISSNER'schen Beobachtungen, welche für die genannten Thiere eine so völlig eigenthümliche, ohne Analogie dastehende Entstehungsweise der Eier erweisen würden, sind von gewichtigen Autoritäten mit grosser Bestimmtheit als irrthümlich bestritten worden. BISCHOFF (*Widerlegung des von KEBER bei d. Najaden und von NELSON bei den Ascariden beob. Eindr. d. Spermatoz. in das Ei*, Giessen 1854, u. *Ztschr. für wiss. Zool.* Bd. VI. pag. 377), LEUCKART und ALLEN THOMPSON (ebend. Bd. VIII. pag. 425) vertheidigen für *Ascaris mystax* eine ganz andere, zuerst von NELSON beschriebene Entstehungsweise der Eier, welche mit der bei allen übrigen Thieren constatirten vollkommen übereinstimmt. Den Kern des Streites bildet die Frage, ob die in *Fig. 1—4* abgebildeten Producte der Keimdrüse von einer wirklichen Zellmembran umgränzt sind, wie MEISSNER behauptet, oder nicht, wie seine Gegner behaupten. Ist eine solche Membran vorhanden, dann muss das in *Fig. 1* dargestellte Gebilde mit MEISSNER als Mutterzelle, jene Ausbuchtungen in *Fig. 2* und *3* als Tochterzellen betrachtet werden. Fehlt diese Membran, so lösen sich jene räthselhaften Abweichungen in folgenden einfachen allgemeinen Gang der Eientwicklung auf. Am Ende des Eierstockschlauches entstehen Bläschen (die sich vielleicht durch Theilung vermehren), die Keimbläschen; diese umlagern sich mit Dotter, der auch hier aus einer zähen Bindesubstanz und darin suspendirten Körnchen besteht, dessen Material von den Wänden der Keimdrüse secernirt wird. Diese jungen Eier, die also aus je einem Keimbläschen und einem darum concentrirten, durch die Attractionskraft des Kernes zusammengehaltenen, nackten Haufen Dottersubstanz bestehen, platten sich bei ihrer innigen Berührung aneinander ab, so dass sie jene dreieckige Form erhalten, haften auch wohl stellenweise durch die zähe Bindesubstanz ihres Dotters zusammen, so dass man jene traubenförmigen Conglomerate erhält, und werden endlich erst in tieferen Theilen des Schlauches mit einer Dottermembran, die sich durch ein aufgelagertes Chorion allmählig verdickt, umhüllt. Nach eigenen Beobachtungen muss ich entschieden BISCHOFF's Ansicht für die richtigere halten; es lässt sich durchaus kein objectiver Beweis für eine Membran um jene vermeintlichen Mutterzellen weder im ursprünglichen noch im abgeschnürten Zustand führen.

§. 269.

Chemische Constitution des Eies. Es ist ein Fundamentalsatz der Physiologie, dass die Leistungen jedes thierischen oder pflanzlichen Gebildes lediglich von den physikalischen und chemischen Eigenschaften desselben bedingt werden. Wir dürfen und müssen daher auch das eigenthümliche Schicksal der thierischen Eizelle, die Umwandlung zum neuen Individuum von ihrer chemischen Constitution abhängig denken, dürfen vielleicht weiter noch annehmen, dass die Verschiedenheiten der Entwicklungsergebnisse des Eies theilweise wenigstens in Differenzen der Mischung der Eisubstanz begründet sind, d. h. dass es kleine qualitative oder nur quantitative Modificationen dieser Mischung sind, welche neben morphologischen und physikalischen Eigenthümlichkeiten die Eier der verschiedenen Thiere nicht allein charakterisiren, sondern auch in ursächlichem Verhältniss zu der specifischen Art des Productes der Eientwicklung stehen. Von diesem Gesichtspunkt aus ist eine möglichst genaue Erkenntniss der Natur und Menge der Eibestandtheile ein dringendes Bedürfniss, so gering auch die Hoffnung, dass wir selbst bei der vollendetsten Lösung dieser Aufgabe jetzt schon im Stande wären, das Wesen des hypothetischen Causalnexus zwischen specifischer

Mischung und specifischer Entwicklung zu eruiren. Leider sind aber bis jetzt die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Eisubstanz ausserordentlich dürftig und oberflächlich, und zwar aus folgenden Gründen. Was wir über die Zusammensetzung des Eies wissen, ist theils aus mikrochemischen Untersuchungen, theils aus Analysen des Vogel- und Fischdotters geschöpft. Dass erstere Methode für sich in keinem Falle genügende Auskunft zu verschaffen vermag, da sie uns überhaupt nur gewisse Substanzen auffinden lassen kann, zur Ermittlung quantitativer Verhältnisse aber gänzlich untauglich ist, liegt auf der Hand. Gegen die zweite Methode erhebt sich der gewichtige Einwurf, dass der gelbe Vogeldotter in seiner Hauptmasse nicht Ei, sondern nur accessorische Nahrungssubstanz ist, so dass wir kein Recht haben, seine Zusammensetzung als Prototyp der Eimischung hinzustellen. Wenn nun auch einerseits *a priori* wahrscheinlich ist, dass die Substanz, welche zur ersten Ernährung der Embryoanlage bestimmt ist, nicht wesentlich verschieden von derjenigen sei, aus welcher diese Anlage unmittelbar gebildet wird, andererseits auch die directen Untersuchungen wahren Eizelleninhaltes für eine nächste Verwandtschaft der Zusammensetzung des Bildungs- und Nahrungsdotters sprechen, so ist doch eine vollständige Identität beider, besonders in quantitativer Beziehung, nicht nur nicht erwiesen, sondern sogar durch den mikroskopischen Habitus beider widerlegt. Erstens bilden die massenhaften Zellmembranen des Nahrungsdotters ein Element, welches dem Bildungsdotter fehlt, zweitens zeigt uns das Mikroskop in ersterem einen bei Weitem grösseren Fettreichthum als in letzterem, zeigt uns ferner, dass dieser Fettgehalt und überhaupt die Mischung nicht einmal in allen Schichten des Nahrungsdotters die gleiche ist, der Zelleninhalt der inneren Schichten (wahrscheinlich durch Fettmetamorphose eiweissartiger Bestandtheile) fettreicher wird. Endlich ist zu bemerken, dass, wenn wir auch von den eben namhaft gemachten Bedenken absehen wollten, doch auch die genaueste Erkenntniss der Zusammensetzung des Vogeldotters immer nur als Ausdruck der Constitution dieser einen specifischen Eiart betrachtet werden dürfte, die Physiologie aber auf obige Vordersätze hin eine directe Untersuchung aller verschiedenen als verschieden zusammengesetzt vorausgesetzten Thiereier postulirt. Diese wenig trostreichen Erörterungen mussten wir vorausschicken, um eine richtige Beurtheilung des physiologischen Werthes der folgenden Data zu sichern, wir müssen aber auch weiter vorausschicken, dass diese Data an sich insofern nicht befriedigend sind, als die chemische Natur gerade der wichtigsten organischen Substanzen, welche der Dotter enthält, der Eiweisskörper und Fette desselben, durchaus noch nicht mit genügender Schärfe erforscht ist, ein Mangel, dessen Schuld nur theilweise das Untersuchungsobject, hauptsächlich die Unzulänglichkeit der heutigen chemischen Kenntnisse über diese Stoffe überhaupt trägt.

Im Allgemeinen ist so viel festgestellt, dass der Dotter in allen Eiern eine Mischung und beziehentlich Lösung folgender Bestandtheile ist: Eiweissstoffe, Fette, Zucker, Farbstoffe und gewisser an-

organischer Verbindungen. Die chemische Natur der übrigen morphologischen Bestandtheile des Eies, der Dottermembran mit ihren Auflagerungen, des Keimbläschens und Keimflecks, kommt nicht in Betracht, da eben nur der Dotter die eigentliche Eisubstanz, das zum Aufbau des Embryo verwendete plastische Material darstellt.

Was zunächst die Eiweisskörper betrifft, so beschrieb man früher allgemein als wesentlichen Bestandtheil des gelben Dotters unter dem Namen Vitellin¹ ein vermeintlich eigenthümliches Albuminat, welches sich anderwärts in der thierischen Oekonomie nicht vorfinden sollte. Da wir heutzutage leider noch immer darauf reducirt sind, die verschiedenen Substanzen der Eiweissgruppe nach gewissen Reactionen zu unterscheiden, begnügte man sich auch bei dem Vitellin damit, dasselbe durch einige solche Reactionen zu charakterisiren; von einer Reindarstellung und gründlichen zuverlässigen Analyse konnte keine Rede sein, die Beschreibung bezog sich auf eine nach einer bestimmten Methode (Schütteln des Dotters mit Aether und Wasser) dargestellte Substanz. LEHMANN hat indessen durch sorgfältige Untersuchungen erwiesen, dass nicht der geringste Grund vorliegt, die so erhaltene Substanz als eigenthümlichen Eiweisskörper zu betrachten, dass dieselbe vielmehr höchst wahrscheinlich nichts Anderes ist, als ein Gemenge von Casein und Albumin, von denen das letztere durch Aussüssen der Masse bis auf geringe Mengen eines (wie im Blutserum) durch Wasser präcipitirten salzarmen Albumins entfernt werden kann. Alle Reactionen des Rückstandes stimmen so vollständig mit denen des Caseins, wie dasselbe aus der Milch nach ROCHLEDER's Methode dargestellt wird, überein, dass an ihrer Identität nicht zu zweifeln ist.² Es ist somit im Eigelb derselbe Eiweisskörper in vorwiegender Menge enthalten, welchen wir in der Milch finden; überhaupt stimmt letztere mit dem Nahrungsdotter, wie in ihrer physiologischen Bestimmung, so auch in ihrer chemischen Zusammensetzung auf das Nächste überein. Nach einer ziemlich wahrscheinlichen Vermuthung ist aber das sogenannte Casein selbst wieder kein einfacher Körper, sondern ein Gemenge aus wenigstens zwei Stoffen, welche indessen nicht näher bestimmt sind; wir führen dies nur an, um den traurigen Zustand unserer Kenntnisse über die Natur der Eiweisskörper überhaupt und so auch des Dotters anzudeuten. Das Casein findet sich nach LEHMANN in Gestalt jener feinen amorphen Körnchen, welche im Vogeldotter, besonders in den peripherischen Zellen, angehäuft sind, während das Albumin sich mit wenig Alkali verbunden gelöst vorfindet, nach LEHMANN in der „Intercellularflüssigkeit“, deren Existenz wohl wahrscheinlich, welche aber vom Inhalt der leicht zerreisslichen Dotterzelle nicht streng zu trennen ist. Sicher enthält auch der Zelleninhalt Albumin. Es fragt sich nun: gelten diese spärlichen Data, welche zunächst am GRAAF'schen Follikelinhalt des Vogels gewonnen sind, für die Eiweisskörper jedes wahren Eidotters, für den Eeihalt des Säugethieres, wie jedes beliebigen Wirbel- oder wirbellosen Thieres? Gewiss nur theilweise. LEHMANN meint zwar, dass die Uebereinstimmung der Resultate, welche GOBLEY bei der Untersuchung des Hühnereies und der

Karpfeneier erhalten, zu einer Uebertragung dieser Resultate auf die Eier aller Thiere berechtige; allein dies ist doch wohl zu weit gegangen. Es ist daran zu erinnern, dass bei den Fischen gerade die Hauptmasse des Dotters, wie bei den Vögeln der fälschlich sogenannte Dotter, nicht direct zum Embryobau, sondern zur mittelbaren Ernährung des Embryo verwendet wird, eine Uebereinstimmung dieser beiden Nahrungsdotter beweist daher immer noch keine Identität aller Bildungsdotter, ferner aber giebt es directe Beobachtungsergebnisse, welche jene unbedingte Verallgemeinerung unzulässig machen. Was den Inhalt des Säugethiereies betrifft, so stimmen die mikrochemischen Reactionen der feinen darin suspendirten Moleküle allerdings mit denen des Caseins überein, während die Erstarrung der Dotterflüssigkeit auf Zusatz von Alkohol u. s. w. die Gegenwart gelösten Albumins beweist. Letzteres ist sicher in beträchtlichen Mengen in jeder Eisubstanz enthalten; ob alle Casein enthalten, ist sehr fraglich. In früherer Zeit nahm man irrigerweise allgemein an, dass die Formelemente des Eiinhaltes Fett seien, aus feinen „Fettkörnchen“, grösseren Fetttröpfchen, hier und da auch aus Fettkrystallen beständen. Dies ist entschieden unrichtig. Wir finden zwar in allen Eiern bald in grösserer, bald in geringerer Menge freies Fett in Form von Tröpfchen, es scheinen sogar jene aus Casein bestehenden feinen Körnchen etwas Fett einzuschliessen, da nach ihrer Auflösung, ähnlich wie bei den feinen Molekülen des peripherischen Chylus, Fetttröpfchen zum Vorschein kommen, allein es bestehen doch eben diese Körnchen, welche den Dotter der meisten Thiere zu einer mehr weniger dichten, trüben Emulsion machen, sicher zum grössten Theil aus Casein, oder wenigstens einer eiweissartigen Substanz. Dasselbe gilt, wie zuerst durch VIRCHOW³ dargethan, von den sogenannten Fettkrystallen, den „Dotter- oder Stearinplättchen“ der nackten Amphibien und mancher Fische. Es ist schwerer zu sagen, warum man diese rhombischen glänzenden Plättchen für Fett, oder specieller für Stearin erklärt hat, als zu beweisen, dass sie damit nicht die mindeste Verwandtschaft haben; sie lösen sich nicht (wie C. Vogt behauptet hatte) in kochendem Alkohol und Aether, wodurch allein ihre Fettnatur widerlegt ist. Salpetersäure färbt sie, besonders beim Erwärmen, gelb, Salzsäure violett, das MILLON'sche Reagens intensiv roth. Ihre merkwürdigste von VIRCHOW entdeckte Eigenschaft ist folgende: in Aether, verdünnter Essigsäure, verdünnten Alkalien und Mineralsäuren, Chloroform, Glycerin u. s. w. quellen sie rasch bis zum doppelten, selbst dreifachen Volumen auf, indem sie sich besonders in einem Durchmesser vergrössern, dabei werden sie blass und matt, erhalten aber auf ihrer Oberfläche eine zierliche Zeichnung von parallelen Querstreifen oder kurzen wellenförmig durcheinander geschobenen Linien, oder sternförmigen Figuren. Wirken jene Agentien länger ein, so zerfallen die Plättchen, indem sie sich zuerst in den zum Vorschein gekommenen Linien spalten. Setzt man zu den durch Essigsäure aufgequollenen Plättchen Kochsalzlösung oder Kaliumeisencyanür, so schrumpfen sie wieder zusammen, erhalten ihre alte Form, Glanz und dunkeln Contouren wieder. Es er-

innert dieses wunderbare Verhalten auffällig an das Aufquellen der mit Alkohol behandelten Blutkrystalle durch Essigsäure und ihre Contraction bei Neutralisation der Säure (REICHERT). Es genügen diese Reactionen nicht, die Substanz der Dotterplättchen exact chemisch zu definiren; allein sie machen es äusserst wahrscheinlich, dass wir es mit einem Eiweisskörper, oder wenigstens einer damit sehr nahe verwandten Substanz zu thun haben. VIRCHOW meint, dass sie vielleicht Fett beige-mengt enthalten, obwohl er sich von REMAK's Behauptung, dass Zusatz von Essigsäure Fett aus ihnen in Tropfen hervorquellen mache, nicht überzeugen konnte. Es passt diese Vorstellung einer solchen Vermengung allerdings nicht recht zu der krystallinischen Natur, indessen sprechen dafür allerdings manche Thatsachen; VIRCHOW erklärt die beschriebene Erscheinung des Aufquellens aus einer Lösung eines Theiles der Mischung, während der andere seines inneren Zusammenhanges beraubt, aufquellte und zerklüftet werde. VALENCIENNES und FRÉMY⁴ unterscheiden ihrem chemischen Verhalten nach mehrere Substanzen, aus denen die Dotterplättchen bei verschiedenen Thieren bestehen. Die Substanz der Dotterplättchen der Frösche und Knorpelfische bezeichnen sie als Ichthin. Das Ichthin ist in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, löslich in concentrirten Mineralsäuren (auch Salpetersäure), in Salzsäure ohne violette Färbung, löslich in Essigsäure. Von dem Ichthin unterscheiden sie die Substanz der Dotterplättchen der Knochenfische (freilich nur nach Untersuchungen an unreifen Karpfeneiern) als Ichthidin, dessen Unterschied von Ichthin indessen nur in der Löslichkeit in Wasser besteht, welche noch dazu in den vollkommen reifen Eiern wieder verloren geht. Ausserdem unterscheiden sie noch eine zuweilen in den Eiern der Schildkröten vorkommende Substanz, welche in Essigsäure nur aufquillt, als Emydin. Die von ihnen angegebenen Eigenschaften und Reactionen der genannten Stoffe reichen nicht entfernt zu einer chemischen Charakteristik aus, die damit angestellten Elementaranalysen sind vollkommen werthlos.

Unsere Kenntnisse von der chemischen Natur der Fette, welche der Dotter augenscheinlich in nicht unbeträchtlichen Mengen enthält, sind nicht viel exacter, als die von den Eiweisssubstanzen. GOBLEY, welcher am sorgfältigsten die Natur der Dotterfette untersucht hat, wies nach, dass der Hühnerdotter im Ganzen etwa 30 % Fett, darunter etwa 21 % Elain und Margarin, welche überhaupt im Thierkörper die Hauptmenge der Fette bilden, enthält. In dem Rest soll nach GOBLEY Cholesterin und eine eigenthümliche, von ihm Lecithin genannte, indifferente Materie, welche bei ihrer Zersetzung freie Elainsäure, Margarinsäure und Glycerinphosphorsäure liefern soll, enthalten sein. Was indessen das Cholesterin betrifft, so ist dessen Gegenwart durchaus nicht strict erwiesen; die aus den Dotterfetten erhaltenen Krystallplättchen unterscheiden sich nach LEHMANN durch ihre Form und namentlich durch die Grösse ihrer Winkel wesentlich vom Cholesterin. Was das sogenannte Lecithin betrifft, so ist dies durchaus nicht eine rein dargestellte, bestimmt charakterisirte und als präformirt erwiesene Substanz, sondern

ein Gemenge, welches sich aus der ätherischen Lösung zuerst als klebrige Masse niederschlägt. Sicher ist in diesem ersten Niederschlag die phosphorhaltige Materie enthalten, welche bei der Zersetzung die Glycerinphosphorsäure liefert; ob diese phosphorhaltige Substanz aber als jenes von GOBLEY dargestellte Cerebrin (Cerebrinsäure, Oelphosphorsäure, FRÉMY) im Dotter präformirt enthalten ist, muss vorläufig dahin gestellt bleiben. Wiederum dürfen diese Data über die Natur der Dotterfette nicht ohne Weiteres auf alle Eier übertragen werden. Es fragt sich, ob irgend ein wahrer „Bildungsdotter“ solche Ueberschüsse an Fett aufzuweisen hat, wie der Vogeldotter, und ob darin dieselben Substanzen in denselben Verhältnissen enthalten sind. Was die Entstehung der Fette im Vogeldotter betrifft, so scheinen dieselben allmählig reifende Producte des Zellenlebens zu sein. Wir haben schon darauf aufmerksam gemacht, dass die Fette besonders in den innersten Zellschichten angehäuft und ausgeschieden erscheinen; während die äusseren Lagen reicher an Eiweissbestandtheilen sind. Dass dieses Fett nicht von aussen her in die Zellen abgelagert, sondern in den Zellen selbst durch chemische Metamorphose ihres Inhaltes gebildet wird, geht aus diesem Umstande mit Bestimmtheit hervor; dass es die Eiweisskörper dieses Zelleninhaltes sind, welche eine Fettmetamorphose („fettige Degeneration“) erleiden, scheint mir jetzt, wo eine solche Umwandlung der Albuminate unter pathologischen und physiologischen Verhältnissen sicher festgestellt ist, nicht zu bezweifeln.

Ausserdem enthält der Vogeldotter constant geringe Mengen Zucker, zwei in Alkohol lösliche Farbstoffe, einen rothen eisenhaltigen und einen gelben eisenfreien, und etwa 1,5 % Mineralbestandtheile. Letztere stimmen in Betreff der Mengenverhältnisse ihrer einzelnen Constituenten auffallend mit denen der Blutzelle überein; wie in letzterer überwiegen auch im Dotter die Kaliumverbindungen beträchtlich über die Natriumverbindungen, die Phosphate über die Chlorverbindungen, in sehr geringen Mengen enthält die Dotterasche auch Eisenoxyd.

Das ist Alles, was wir über die chemische Constitution des Eies wissen; der Umstand, dass dieses Wenige sogar ausschliesslich durch Analysen sogenannter Nahrungsdotter gewonnen ist, erlaubt uns strenggenommen nicht einmal, daraus eine ohngefähre chemische Charakteristik der Eizellensubstanz abzuleiten. Im Allgemeinen stimmt das Ei-plasma in seiner Zusammensetzung mit anderen plastischen Flüssigkeiten, ganz besonders mit dem Prototyp einer Ernährungsmischung, der Milch, überein. Es besitzt denselben Eiweisskörper, wie letztere, und die übrigen unentbehrlichen Constituenten eines Plasma: Fette, Kohlenhydrate und Salze. Dies ist ein Resultat, welches mit Bestimmtheit vorherzusagen war; es ist klar, dass dieselben Stoffe, welche zur Ernährung eines fertigen Organismus dienen, auch das Material zu seiner ersten Anlage bilden müssen. So wichtig die Bestätigung dieser Voraussetzung, so ist damit doch nur der kleinste Theil der im Anfang skizzirten Aufgabe, welche die Physiologie der Zeugung der Zoochemie stellt, gelöst. Die in der Mischung des Eies gelegenen Momente, welche seine physiolo-

gischen Schicksale ebenso gesetzmässig bedingen, wie anderwärts z. B. eine bestimmte Constitution des Muskelplasma die Entstehung von Muskelfasern bedingt, sind vollständig dunkel.

¹ Vergl. LEHMANN, *Lehrb. d. phys. Chemie*, Bd. I. pag. 352. — ² Die wichtigsten Reactionen, welche die Identität des vermeintlichen Vitellins mit Casein beweisen, sind folgende: Das Vitellin löst sich leicht in Lösungen von Salmiak, Kochsalz, kohlensaurem Natron, Glaubersalz, wird aus der Lösung durch Essigsäure gefällt, durch Kochen nicht, vollständig aber durch Kälberlab coagulirt. LEHMANN fand in 100 Theilen Hühnerdotter 13,9 % Casein, 2,8 % in reinem Wasser gelöstes und 0,9 % mit dem Casein präcipitirt Albumin; damit stimmt überein, dass PROUT 17 %, GOBLEY 15,7 % Vitellin gefunden haben. — ³ VIRCHOW, *über die Dotterplättchen bei Fischen und Amphibien*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. IV. pag. 236. — ⁴ VALENCIENNES und FRÉMY, *Journ. de chim. et de pharm.* 1854, III. Sér. Bd. XXVI. pag. 5, 321 u. 415. Vergl. ausserdem die oben citirten Arbeiten von RADZKOFER und FILIPPI, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. IX. pag. 529 und Bd. X. pag. 15.

WEIBLICHE ZEUGUNGSEINRICHTUNGEN.

§. 270.

Die einfache Bereitung des als Ei bezeichneten Keimstoffes ist bei der Mehrzahl der Thiere nicht das einzige Geschäft, welches bei der Theilung der Zeugungsarbeiten auf je zwei Individuen den weiblichen zugefallen ist. Nur unter den einfachsten Verhältnissen bei niederen Thieren, deren Geschlechtsstoffe ohne besondere Thätigkeit der sie producirenden Individuen in der Aussenwelt zusammenkommen und ohne Zuthun der Eltern ihre physiologische Rolle bis zu Ende spielen, ist die weibliche Aufgabe auf die Eisecretion reducirt und dem entsprechend die Gegenwart der weiblichen Keimdrüsen die einzige Geschlechtseigenthümlichkeit, die einzige Zeugungseinrichtung. Nicht so bei höheren Thieren. Es kann auch hier nicht unsere Aufgabe sein, die ganze Thierreihe Revue passiren zu lassen, bei jeder Classe und Gattung Art und Umfang der Zeugungsgeschäfte und die ihnen angepassten Organisationsverhältnisse aufzusuchen. Im Allgemeinen beziehen sich die weiblichen Geschäfte hauptsächlich auf die Ernährung und Pflege der producirtten Eier und der daraus hervorgegangenen Jungen. In ganz besonders hohem Grade ist diese Aufgabe den weiblichen Individuen der Menschen und der Säugethiere, die uns specieller interessiren, zu Theil geworden. Wäre bei diesen die Fortpflanzungsthätigkeit auf die verhältnissmässig spärliche Production der kleinen Eier reducirt, so käme die dadurch verursachte Ausgabe und Beschäftigung des individuellen Haushaltes kaum in Betracht, wäre z. B. verschwindend klein der eines Huhnes oder gar einer Bienenkönigin gegenüber.¹ Dafür sehen wir aber bei Menschen und Säugethiern zu der kleinen wesentlichen Arbeit der Eibereitung sich so umfangreiche kostspielige Nebenarbeiten addiren, dass in Summa die Belastung der weiblichen Individuen eine sehr erhebliche wird. Wie schon andeutungsweise erwähnt wurde, bestehen diese Zugaben in der Materiallieferung für das kleine Ei bis zur vollendeten Ent-

wicklung des Embryo innerhalb des Mutterkörpers, und in der Ernährung des vollendeten Individuums eine geraume Zeit lang nach der Geburt; wir durften daher bei der Schätzung der Productivitätsgrösse des Menschen und der Säugethiere nicht das Gewicht der jährlich gelieferten Eier zu Grunde legen, sondern das Gewicht der aus denselben entwickelten Jungen, und müssen hierzu eigentlich noch die ganze Summe der zur Forternährung derselben nach der Geburt gelieferten Milch hinzu addiren, wenn wir den wahren vergleichsfähigen Werth erhalten wollen. Der Umfang der Zeugungsausgaben für je ein Junges ist demnach bei den Säugethiern noch grösser als bei den Vögeln, indem bei letzteren der mütterliche Organismus nur bis zur Vollendung der embryonalen Entwicklung das Material liefert, bei ersteren noch nach der Geburt die Ernährungszufuhr zu schaffen hat. Grundverschieden ist die Art und Weise, in welcher ein Säugethier- und ein Vogelorganismus jenes Entwicklungsmaterial verausgabt. Bei dem Vogel ist es die Keimdrüse, welche mit dem Ei zugleich seinen Proviant als gelben Dotter secernirt, und theilweise der Eileiter, welcher in Form des sogenannten Albumins dem Ei noch ein Vorrathsmaterial mit auf den Weg giebt. Bei den Säugethiern dagegen bildet die Keimdrüse selbst nur einen verschwindend kleinen Theil des Baumaterials, nur ein Fundament, welches durch seine specifische Constitution als Eizelle den ersten Anstoss zu jenen Gestaltungen giebt, welche zum bei Weitem grössten Theil mit nachgelieferten Materialien ausgeführt werden. Es ist auch nicht der eigentliche Eileiter, welcher mit diesen Nachlieferungen beauftragt ist, sondern ein besonderes Organ, der Uterus, welcher zwar morphologisch nichts Anderes, als ein Theil des Oviductes ist, aber eben ein besonders entwickelter und besonders eingerichteter Theil. Die Umwandlung eines Theiles der Eileiter zum Uterus ist demnach eine wichtige Geschlechtseigenthümlichkeit des Menschen und der Säugethiere; seine Organisation finden wir vollkommen entsprechend seiner Aufgabe, das mächtig wachsende Eichen sicher zu beherbergen, durch ein halb aus Uterintheilen, halb aus Eitheilen sich bildendes (oder auch präformirtes) Vermittlungsorgan, die sogenannte Placenta, mit der ganzen Materialmasse, die es zur Vollendung des Embryo braucht, zu versorgen, um endlich das Ei am Ziele seiner Entwicklung aus sich heraus an die Aussenwelt zu befördern. Der Uterus zeichnet sich aus durch eine beträchtlich dicke Muskelhaut aus contractilen Faserzellen, welche in verschiedenen Richtungen zu Schichten geordnet, am äusseren Ausgang, dem Muttermund, einen ringförmigen Sphincter bilden; er zeichnet sich ferner aus durch eine eigenthümliche Schleimhaut, eigenthümlich durch den Besitz der von E. H. WEBER² entdeckten schlauchförmigen Drüsen, der Uterindrüsen, welche dicht nebeneinander die Schleimbaut senkrecht durchsetzen, auf der inneren Oberfläche frei münden, auf der äusseren blind endigen, von einem dichten Blutgefässnetz umspinnen, und, wie alle Drüsen, von einem Epithel ausgekleidet sind. Auch die Muskelhaut des Uterus ist mit Blutgefässen überreich versorgt, die zuführenden Arterien zeigen ein ähnliches Verhalten wie in den Schwellkörpern der Begattungsorgane,

betreten den Uterus mit zahlreichen dicht nebeneinander laufenden spiralig gedrehten Zweigen. Auf das Verhalten der Blutgefäße im nichtschwangeren Uterus, die Aehnlichkeit der Einrichtung seiner Wände mit ächten erectilen Schwellkörpern, und die Fähigkeit des Uterus in Folge von Blutstauung in seinen Wänden in einen erectionsartigen Zustand zu gerathen, hat in neuester Zeit ROUGET³ aufmerksam gemacht. Wir kommen auf die interessanten Aufschlüsse, welche ROUGET über den Zweck dieser Erektion und ihren Zusammenhang mit gewissen wesentlichen Erscheinungen des weiblichen Geschlechtslebens gegeben hat, alsbald zurück.

Die genannte Verpflichtung des mütterlichen Säugethieres, das geborene Junge in den ersten Perioden des selbständigen Lebens fortzuernähren, bedingt eine weitere Geschlechtseigenthümlichkeit: die Gegenwart besonderer Drüsen, der sogenannten Milchdrüsen, welche jene Nahrungsmischung, die Milch, secerniren, deren Ausführungsgänge durch ihre Endigung in der Brustwarze für die Aufnahme ihres Secretes in den Darmkanal des Neugeborenen passend eingerichtet sind. Der Bau dieser Drüsen, die physikalische und chemische Beschaffenheit ihres Secretes, der Milch, ist bereits Bd. I. pag. 471 ausführlich abgehandelt.

Eine dritte Geschlechtseigenthümlichkeit stellen die weiblichen Begattungsorgane, Vulva und Vagina, dar. Durch die Entwicklung des Eies im Uterus war die Einfuhr des befruchtenden männlichen Keimstoffes in den weiblichen Geschlechtsapparat nothwendig gemacht; wir werden später sehen, dass der Saame in der Regel dem Ei bis zu seiner Bildungsstätte, dem Ovarium, entgegengeführt wird, so dass die Begegnung beider, die Befruchtung, entweder auf dem Ovarium, oder im Anfang der Eileiter unmittelbar nach dem Austritt des Eiches aus seinem Follikel stattfindet. Die active Rolle bei dieser Einfuhr des Saamens ist den männlichen Individuen zuertheilt, und dieselben mit zweckentsprechenden Apparaten versehen worden. Dieselben Theile, welche sich im männlichen Organismus zu activen Begattungsorganen entwickeln, gestalten sich durch Entwicklungsmodificationen im weiblichen zu einem Theil der passiven Begattungsorgane. Die Scheide, welche das unterste verschmolzene Ende der beiderseitigen Eileiter darstellt, ist passend geformt und eingerichtet zur Aufnahme des männlichen Penis, sie zeichnet sich durch reihenweise hintereinander gestellte Querfalten aus, welche einestheils zur Vermehrung der sensibeln Reizung des eingeführten und an ihnen geriebenen Penis dienen, anderentheils eine beträchtlichere Ausdehnung der Scheide bei dem Durchtritt des reifen Embryo nach aussen möglich machen; sie besitzt Drüsen, deren schleimiges Secret ihre Wände schlüpfrig macht, um die Einföhrung des Penis zu erleichtern. Am Eingang der Scheide befindet sich die sogenannte Clitoris mit ihren cavernösen Körpern, das Analogon des männlichen Penis, ein eigenthümliches erectiles Organ, dessen Bau bei der Betrachtung des Penis zur Sprache kommen wird, dessen Bestimmung es ist, bei der Begattung durch seine erregten sensibeln Nerven auf reflectorischem Wege gewisse zweckmässige Bewegungen hervorzurufen.

In gleicher Weise sind alle übrigen Geschlechtseigenthümlichkeiten der weiblichen Säugethiere von vornherein als durch die Geschlechtsfunction bedingt zu betrachten. Es gehört hierher die aus der Anatomie bekannte abweichende Gestaltung des weiblichen Beckens, dessen einzelne Differenzen sich aus seiner Bestimmung, dem schwangeren Uterus eine geeignete Unterlage zu bieten, einen festen, passend geformten Kanal für den Durchgang der reifen Frucht zu bilden, ohne Schwierigkeiten erklären lassen. Schwieriger und theilweise unmöglich ist es, die mannigfachen, wenn auch unbedeutenden Verschiedenheiten der Processe des Stoffwechsels, ihrer Grundlagen, Erscheinungen und Producte, welche den weiblichen Organismus vom männlichen unterscheiden, in einen bestimmten directen Zusammenhang mit den Zeugungsfunktionen zu bringen. Es sind diese Eigenthümlichkeiten theils schon in früheren Kapiteln besprochen, theils kommen dieselben im folgenden Paragraphen zur Sprache. Wir erinnern an die Abweichungen der Zusammensetzung des Blutes, an die Modificationen mancher Se- und Excretionen, an die Verschiedenheiten in der Verwendung des Ernährungsmaterials, insofern bei den Frauen die Ernährung der Bewegungsorgane zurücktritt, dagegen eine bei Weitem reichlichere Ablagerung von Fettgewebe als bei den Männern sich zeigt u. s. w. Wir kommen hierbei selbst mit teleologischen Anschauungen nicht weit, der physiologische Zusammenhang dieser Eigenthümlichkeiten mit der Geschlechtsthätigkeit ist vorläufig noch gänzlich dunkel.

¹ Abermals verweisen wir auf LEUCKART'S übersichtliche Darstellung und teleologische Erläuterung der Geschlechtseigenthümlichkeiten a. a. O. pag. 746. — ² Die Entdeckung der Uterindrüsen rührt, wie wir einigen abweichenden Behauptungen gegenüber urgiren müssen, ganz ohnstreitig von E. H. WEBER her. Sie wurden von ihm und ED. WEBER zuerst 1829 in der *tunica decidua* eines 7 Tage vor dem Tode geschwängerten Mädchens gesehen, ursprünglich aber für Zotten gehalten, und erst später von E. H. WEBER als Drüsenschläuche erkannt. Vergl. ED. WEBER, *Disquis. anat. uteri et ovariorum puellae septimo a conceptione die defunctae*, Diss. inaug., Halis 1830, E. H. WEBER, *Zusätze zur Lehre vom Baue u. den Verrichtungen d. Geschlechtsorgane*, Leipzig 1846 (*Abdruck aus den Abhandlungen der JABLONOWSKI'schen Gesellschaft*) Taf. VIII. Später wurden diese Drüsen auch von SHARPEY, GOODSIR und BISCHOFF beschrieben. — ³ ROUGET, *sur les organes erect. de la femme etc.* Journ. de Phys. 1858, T. I. pag. 320, 479, 735.

VOM WEIBLICHEN GESCHLECHTSLEBEN.

§. 271.

Allgemeines. Nachdem wir die Merkmale des weiblichen Geschlechtes, die Organisationsverhältnisse des weiblichen Körpers kennen gelernt haben, wenden wir uns zur Betrachtung des weiblichen Geschlechtslebens, d. h. aller derjenigen Vorgänge im Organismus, welche sich auf den Besitz des weiblichen Zeugungsfactors, des Eies, als ursächliches Moment zurückführen lassen, mit anderen Worten, der als Aeusserungen der weiblichen Geschlechtsthätigkeit erweisbaren Erschei-

nungen des individuellen Lebens, oder auch kurz bezeichnet, der Physiologie der weiblichen Geschlechtsorgane. Wir müssen jedoch vorausschicken, dass wir nur einen Theil dieser Aufgabe hier lösen können, indem wir nur die Vorgänge des „selbständigen“ weiblichen Geschlechtslebens, nicht diejenigen, welche nach der befruchtenden Begegnung von Saamen und Ei mit der Entwicklung des letzteren in ursächlichem Zusammenhange stehen, erörtern. Die Erläuterung der letzteren, die Physiologie der Schwangerschaft, ist aus begreiflichen Gründen von der Darstellung der Eientwicklung unzertrennlich. Bei allen Thieren, bei welchen die Entwicklung des befruchteten Eies ausserhalb des mütterlichen Organismus vor sich geht, fällt natürlich dieser besondere Theil des Geschlechtslebens gänzlich hinweg, reducirt sich dasselbe auf die im Folgenden zu betrachtenden, vom männlichen Geschlechtsleben unabhängigen Vorgänge. Auch hier engen wir die specielle Betrachtung auf Mensch und Säugethiere ein, und werfen auf die übrige Thierreihe nur vergleichende Blicke zur Bestätigung gewisser Grundgesetze, zur Beweisführung für gewisse Theorien.

Das Geschlechtsleben des menschlichen Weibes hat engere Gränzen, als das individuelle Leben, es beginnt erst längere Zeit nach der Geburt in einem ziemlich bestimmten Lebensjahre, und endet ebenfalls in einem bestimmten Lebensjahre lange vor dem Zeitpunkte, in welchem das individuelle Leben bei normalem Ablauf zum Stillstand kommt. Obwohl die Keimdrüsen bereits in frühen Embryonalperioden angelegt, zur Zeit der Geburt nicht allein zahlreiche, wenn auch kleine, doch in allen Theilen entwickelte Follikel, sondern in denselben sogar theilweise bereits Eier vorhanden sind, welche sich durch die Gegenwart der zuletzt gebildeten Zona als morphologisch vollendete erweisen (CARUS, BISCHOFF)¹, so bleibt doch noch eine geraume Zeit hindurch, bis zum 14.—17. Lebensjahre etwa, jede Erscheinung des Geschlechtslebens aus, die Erfüllung der physiologischen Bestimmung der Keime unmöglich. Es verharren die Eier selbst in dieser Zeit im unreifen Zustande, eingeschlossen in ihre Follikel, also gegen die Befruchtung vollkommen abgesperrt, alle übrigen oben genannten Geschlechtsorgane verharren in gleicher Weise in den Zuständen embryonaler Unvollkommenheit, in welchen sie zur Zeit der Geburt sich befinden, in welchen sie functionsunfähig sind; es fehlt dem ganzen Körper das geschlechtliche Gepräge. Erst in dem genannten Lebensalter tritt die Geschlechtsreife, Pubertät ein. Rasch erhalten alle Theile des Geschlechtsapparates, alle Geschlechtseigenthümlichkeiten ihre volle Ausbildung, so dass erstere zur Ausführung ihrer Leistungen fähig werden, und dieselben, so weit sie dem selbständigen Geschlechtsleben angehören, wirklich ausführen. In den Keimdrüsen selbst beginnt von jetzt an die eigentliche Secretionsthätigkeit, durch welche die Eichen vollständig gereift, die reifen in bestimmten regelmässigen Intervallen unter gewissen eigenthümlichen Erscheinungen aus den berstenden Follikeln befreit und in die Eileiter aufgenommen, an der Stelle der ausgeschiedenen neue im Stroma der Ovarien angelegt und herangebildet werden. Diese selbständig gelösten Eichen sind es,

wie wir sehen werden, welche das Endziel aller Zeugungsthätigkeiten erreichen, sich in Folge der Vermengung mit dem Saamen, den eine Begattung ihnen innerhalb der Leitungsapparate entgegenführt, zu neuen Individuen entwickeln. Diese periodische Thätigkeit der Keimdrüsen ist die wesentliche Erscheinung des weiblichen Geschlechtslebens, mit ihrer Unterbrechung, mit dem Einstellen der periodischen Reifung und Lösung der Eichen schliesst das Geschlechtsleben nothwendigerweise ab. Dieser Abschluss erfolgt in der Regel im 49. oder 50. Lebensjahre, von da an hört die Fähigkeit des Weibes, im Haushalt der Gattung zu fungiren, auf, das Leben reducirt sich auf die Processe von rein individueller Bedeutung. Freilich gehen mit dem Stillstand des Geschlechtslebens nicht alle Geschlechtseigenthümlichkeiten und Geschlechtsapparate zu Grunde, einige bestehen in unveränderter Weise fort, andere verkümmern nur theilweise; es bleibt die weibliche Körperform, das Becken behält seinen geschlechtlichen Habitus, Uterus, Scheide und äussere Genitalien werden forternährt, die Milchdrüsen bleiben, oder verkümmern nur durch allmählig sinkende Ernährungsintensität, wie die übrigen Organe des Körpers im höheren Alter, allein alle sind nach dem Cessiren der Eiproduction nutzlos, ausser Dienst gesetzt, wie die Räder der Uhr nach dem Ablauf der Feder, und vegetiren nur fort mit Hülfe der Pension, die sie aus dem individuellen Haushalt erhalten. Die Ursachen dieser Einengung des Geschlechtslebens lassen sich ebenso auf ökonomische Verhältnisse zurückführen, wie die Differenzen der Fruchtbarkeit. Wenn wir bedenken, dass die Zeugungsausgaben als ein Ueberschuss des individuellen Haushaltsmaterials zu betrachten sind, wenn wir ferner bedenken, dass erstens eben diese Ausgaben bei Menschen und Säugethieren, sobald die Eier zu ihrer vollendeten Entwicklung gelangen, sehr beträchtlich sind, zweitens aber die Bilanz des Haushaltes in Folge der mannigfachen kostspieligen Functionen des individuellen Lebens bei den höchsten Thieren ziemlich ungünstig ausfällt, so kann es uns nicht Wunder nehmen, dass eine Erübrigung dieser Ausgaben nur in demjenigen Zeitraum des Lebens möglich ist, in welchem die Einnahmen am grössten, die Ansprüche des Organismus am geringsten sind. Das Geschlechtsleben beginnt mit der Vollendung des Wachstums und endigt mit dem Eintritt des hohen Alters. So lange der Organismus wächst, ist sein Bedarf an Ernährungsmaterial so beträchtlich, dass alle Zufuhr, die nur bis zu gewissen Grenzen gesteigert werden kann, aufgeht, für die Bildung der Geschlechtstoffe und den Ausbau der Geschlechtsorgane, die für die individuelle Existenz völlig entbehrlich sind, nichts übrig bleibt. Dieser Ueberschuss ergiebt sich von selbst, wenn, ohne dass eine entsprechende Verringerung der Zufuhr eintritt, durch die Vollendung des Wachstums der individuelle Aufwand auf die Unterhaltung der bestehenden Organe und Gewebe, den Ersatz ihrer durch die Thätigkeit bedingten Verluste reducirt ist. Im späteren Alter, wenn der Organismus zu verfallen beginnt, und mit diesem Verfall wahrscheinlich ebensowohl eine Verminderung der Einnahme, als eine Erlahmung der bildenden Thätigkeit, d. h. eine Abnahme der Kräfte, welche das eingenommene Material zu Geweben

und Säften umgestalten, eintritt, sind es begreiflicherweise die Luxusausgaben der Zeugung, welche zuerst eingestellt werden. Wenn wir bei dem Manne die Production des Geschlechtsstoffes weit länger als bei der Frau, selbst bis zum natürlichen Tode fort dauern sehen, so liegt darin kein Widerspruch gegen die eben besprochene Auffassung, da die Quantität der Zeugungsausgaben bei dem Manne bei Weitem geringer ist, so dass sie dem individuellen Aufwand gegenüber kaum in Betracht kommt. Uebrigens sinkt auch bei dem Manne die Saamensecretion in späteren Jahren auf ein Minimum herab.

Wir betrachten nun im Folgenden specieller die angedeuteten Erscheinungen des Geschlechtslebens von seinem Anfang bis zu seinem Ende.

¹ C. G. CARUS. *Auffindung des ersten Ei- oder Dotterbläschens in sehr frühen Lebensperioden etc.*, MUELLER'S Arch. 1837, pag. 442; BISCHOFF, *Entw. der Säugethiere und des Menschen*, Leipzig 1842, pag. 367.

§. 272.

Eintritt der Geschlechtsreife. Wie schon angedeutet, geht dem Eintritt der vollendeten Geschlechtsreife, welcher sich durch die erste Reifung und Lösung eines Eichens aus seinem Follikel kund giebt, die schnelle Entwicklung der äusseren Geschlechtseigenthümlichkeiten voraus. Während im kindlichen Alter der allgemeine Habitus des Körpers bei Knaben und Mädchen fast völlig gleich, bei beiden das schnelle Wachsthum einen schlanken, mageren Gliederbau mit eckigen Formen hervorgebracht hat, wendet sich nach Beendigung des schnellen Wachsthums die bildende Thätigkeit speciell auf die Ausprägung des geschlechtlichen Habitus. Es entwickeln sich die weichen runden Formen des weiblichen Körpers; während beim Manne die hervorragende Ausbildung der activen und passiven Bewegungsorgane, Muskeln und Knochen, die markirten eckigen Umrisse der Glieder hervorbringt, verdankt der weibliche Körper die Weichheit und Rundung seiner Formen nicht allein der relativ geringeren Ausbildung der Bewegungswerkzeuge, sondern auch der reichlichen Polsterung des Unterhautgewebes mit Fett, welche in besonderem Grade an einzelnen Körperregionen, Gesäss, Oberschenkel, Brust hervortritt. Die Umwandlung der ursprünglich flachen Brustwarzengegend zum gewölbten Busen beruht theilweise auch auf dieser Fettpolsterung, theilweise auf der Ausbildung der vorher nur angelegten Milchdrüsen. Die typischen relativen Grössenverhältnisse der einzelnen Körperabtheilungen, welche das entwickelte Weib dem Manne gegenüber charakterisiren, fangen jetzt an schärfer hervorzutreten. Wir erinnern an den bei der Frau beträchtlichen Umfang des Rumpfes den Extremitäten gegenüber, an das Ueberwiegen der Becken- und Unterleibsparthie des Rumpfes gegen den Thorax, an die grössere Breite in der Hüftengend, das beträchtliche Vorspringen der Hüften, die eigenthümliche Gestaltung des Beckens überhaupt, an die abweichende Form des knöchernen Thorax, Verhältnisse, deren genauere Darlegung wir wohl der

Anatomie überlassen dürfen. Endlich zeigt sich auch in den eigentlichen Geschlechtsorganen die erhöhte Bildungsthätigkeit, welche sie schnell aus ihrem unvollkommenen Entwicklungszustand zur vollendeten leistungsfähigen Beschaffenheit heranreift; äusserlich verräth sich dieser Vorgang in der Vergrösserung und Schwellung der Schaamlippen, in dem Hervorspriessen der Schaamhaare auf dem *mons Veneris*. Endlich, wenn alle diese vorbereitenden Umwandlungen beendet, der Geschlechts-habitus in allen seinen Einzelheiten hergestellt ist, zeigt sich als Signal der vollendeten Geschlechtsreife, des beginnenden Geschlechtslebens der erste Blutabgang aus den Genitalien, die erste Menstruation, die selbst wiederum nur ein unwesentliches äusseres Zeichen der ersten Lösung eines reifen Eichens aus seinem Bildungsheerd ist. Von jetzt an ist das Weib zur Ausführung der Zeugungsarbeiten befähigt, und bleibt es, bis das Ausbleiben der Menstruation den Stillstand der Eiproduction in den Keimdrüsen und damit den geschlechtlichen Tod kund giebt.

Das Lebensalter, in welchem die erste Menstruation den Beginn des Geschlechtslebens anzeigt, schwankt innerhalb gewisser Gränzen; diese Schwankungen hängen theils von nicht näher bestimmbar individualen Verhältnissen ab, theils werden sie durch gewisse äussere Verhältnisse gesetzmässig bedingt.¹ Es hat sich herausgestellt, dass das Klima den wichtigsten Einfluss übt, in heissen Klimaten tritt die Menstruation am frühesten ein, am spätesten in kalten Zonen. So werden die ostindischen Mädchen und Araberinnen in der Regel schon im 12., theilweise aber auch schon im 10., selbst 8. Lebensjahre menstruiert, während bei uns im Mittel das 15. oder 16. Lebensjahr, in nördlichen Ländern erst das 18. bis 21. Lebensjahr im Mittel die Zeit der ersten Menstruation ist.² Diese Abhängigkeit der Geschlechtsreife von dem Klima lässt sich nicht einfach auf einen unmittelbaren Einfluss der verschieden hohen mittleren Temperatur zurückführen, sondern es bedingen die nicht näher zu definirenden klimatischen Einflüsse überhaupt bestimmte Eigenthümlichkeiten der Gesamtconstitution des Organismus, von welchen unter anderen auch die frühere oder spätere Geschlechtsreife abhängt. Dies geht unzweideutig aus der Thatsache hervor, dass sich die den südlichen Frauen zukommende zeitige Geschlechtsreife als Raceeigenthümlichkeit auch in kälteren Klimaten erhält. So sehen wir überall, selbst im hohen Norden, bei den jüdischen Mädchen die Menses in sehrzeitigem Alter, meist schon im 13. Jahre eintreten; es zeigt sich in dieser Beziehung keine Acclimatisation, trotz der über viele Geschlechter zurückreichenden Dauer der Einbürgerung. Das ausserordentlich frühe Auftreten der Menstruation bei den Indianerinnen erklärt sich nach ROBERTSON'S Beobachtungen nur theilweise aus den klimatischen Verhältnissen, theilweise aus der Volkssitte, die Mädchen bereits im 9. Jahre, also lange vor der vollendeten geschlechtlichen Ausbildung, zu verheirathen; die vorzeitigen sexuellen Reizungen bedingen einen verfrühten Eintritt der Pubertät. Es erklärt sich daraus, dass die Indianerinnen zum Theil schon im 10. Lebensjahre Mütter werden³, während bei den Negerinnen, obwohl sie in nicht minder heissem Klima leben, die Menses durchschnittlich

in etwas späterem Alter erscheinen. Weit grösser als die durch das Klima bedingten Abweichungen der mittleren Zeit des Pubertätseintrittes sind die individuellen Schwankungen.¹ So kommt es bei uns vor, dass die erste Menstruation schon im 9. Jahre, in anderen Fällen aber erst im 20. Jahre sich zeigt, sehr häufige Abweichungen von dem angegebenen Mittel liegen innerhalb des Zeitraums vom 13. bis 18. Lebensjahre. Wovon eine abnorm frühe oder späte Geschlechtsreife bedingt wird, ist in den seltensten Fällen speciell nachzuweisen; die beträchtlicheren Abweichungen vom Mittel sind in der Regel von mannigfachen krankhaften Erscheinungen begleitet, deren Beschreibung und Erklärung nicht vor unser Forum gehört. Es werden einige höchst merkwürdige Fälle erzählt, wo schon in den ersten Lebensjahren, ja schon wenige Tage nach der Geburt ein Blutabgang aus den Genitalien, der sich wohl auch periodisch wiederholt hat, eingetreten sein soll. Wenn auch vielleicht in einigen dieser Fälle die Blutung mit der normalen Menstruation nichts gemein gehabt haben mag, insofern sie nicht die Begleiterin einer Eilösung war, so ist doch in anderen Fällen kaum daran zu zweifeln, dass sich in gleicher Zeit auch die übrigen äusseren Zeichen der Geschlechtsreife, Ausbildung der Brüste und äusseren Genitalien, Hervorwachsen von Schaamhaaren nach glaubwürdigen Beobachtern eingestellt haben. Es ist übrigens sehr wohl denkbar, dass ausnahmsweise die oben berührten Ernährungsverhältnisse, von welchen wir uns die Ausbildung der Geschlechtsapparate abhängig denken, sich so gestalten, dass von der Geburt an entweder genug erübrigt wird, um auch diese Ausgabe zu bestreiten, oder die Verwerthung des Ernährungsmaterials für die Zwecke der Zeugung zum Theil auf Kosten dieser oder jener Branche des individuellen Lebens stattfindet.

¹ Die ausführlichsten statistischen Angaben über die Zeit des ersten Menstruations-eintrittes finden sich bei ROBERTSON, *Edinb. med. and surg. Journ.* Oct. 1832, Juli 1842, Juli 1845, und bei RACIBORSKI, *de la puberté et de l'âge critique chez la femme*, Paris 1846. — ² Einige Belege für diese Verhältnisse giebt folgende Tabelle RACIBORSKI's:

Ort	Geograph. Breite	Mittlere Temperatur	Durchschnittsalter bei der ersten Menstruation
Marseille . .	43° 18'	+ 14,1° C.	13,011
Lyon	46°	+ 11,6° „	14,492
Warschau . .	52° 13'	+ 7,5° „	15,083
Manchester . .	53° 29'	+ 8,7° „	15,191
Stockholm . .	59°	+ 5,7° „	15,590
Lappland . .	65°	+ 4,0° „	18

³ Nach ROBERTSON's Beobachtungen gebären von 65 Indianerinnen zum ersten Mal:

im 10. Lebensjahre	1
„ 11. „	4
„ 12. „	11
„ 13. „	11
„ 14. „	18
„ 15. „	12
„ 16. „	7
„ 17. „	1

⁴ ROBERTSON's Beobachtungen an 2169 Engländerinnen und 82 Indianerinnen geben folgende Zahlen für den ersten Eintritt der Menstruation:

im 8. Lebensjahre	—	Engländ.	1 Indian.
„ 9.	14	„ 5	„
„ 10.	55	„ 9	„
„ 11.	77	„ 16	„
„ 12.	142	„ 27	„
„ 13.	263	„ 9	„
„ 14.	369	„ 8	„
„ 15.	417	„ 7	„
„ 16.	340	„	„
„ 17.	215	„	„
„ 18.	138	„	„
„ 19.	65	„	„
„ 20.	33	„	„
„ 21.	9	„	„
„ 22.	4	„	„
„ 23.	1	„	„

§. 273.

Periodische Eilösung. Der wesentliche Act des weiblichen Geschlechtslebens durch die ganze Thierreihe hindurch besteht in der regelmässig in kürzeren oder längeren Intervallen wiederkehrenden spontanen Absonderung der in den Keimdrüsen bereiteten Eier. Die Bezeichnung spontan ist in dem Sinne zu verstehen, dass die Absonderung ohne irgend welche Beihülfe der männlichen Individuen (Begattung) erfolgt; unter Absonderung wollen wir die Lösung, Fortbewegung der Eier von ihrer primären Bereitungsstätte weg verstanden wissen, sei es nun, dass diese Fortbewegung in einem Fortrücken auf continuirlichem Wege, da, wo Eileiter und Keimdrüse ohne Abgränzung einen einfachen Schlauch darstellen, besteht, oder dass, wie bei Mensch und Säugethieren, die Lösung in einer Befreiung aus dem geschlossenen Bildungsfollikel durch Bersten desselben und einer Ueberführung des Eichens in die nicht in anatomischem Zusammenhang mit dem Bildungsheerd stehenden Eileiter besteht; sei es, dass das Eichen direct an die Aussenwelt, oder nur in den als Uterus bezeichneten Abschnitt der Eileiter promovirt wird, sei es endlich, dass das Eichen auf seinem Wege irgendwo mit männlichem Saamen zusammentrifft, oder dass es unbefruchtet zu Grunde geht, oder, wo dies wirklich möglich ist, unter Umständen auch unbefruchtet zum neuen Wesen sich entwickelt. Diese spontane Eilösung ist, wie sich jetzt mit Bestimmtheit für alle Classen, auch für die Säugethiere und den Menschen behaupten lässt, *conditio sine qua non* für die Zweckerfüllung aller Zeugungsthätigkeit, indem nur durch sie die Möglichkeit zur Vereinigung von Saamen und Ei innerhalb oder ausserhalb des mütterlichen Organismus gegeben wird. Während für die Mehrzahl der Thiere der spontane Eintritt der Eilösung zur Zeit der sogenannten Brunst eine längst bekannte Thatsache war, ist erst 1844 von BISCHOFF der Beweis geführt worden, dass in gleicher Weise auch beim Menschen und den Säugethieren in regelmässigen Perioden eine spontane Eilösung erfolgt, und dass es aller Wahrschein-

lichkeit nach auch hier ausschliesslich diese spontan gelösten Eichen sind, welche durch eine Begattung befruchtet werden. Das Analogon der thierischen Brunst ist die Menstruation des menschlichen Weibes. Wie bei allen Thieren, so ist auch beim Menschen die Secretionsthätigkeit der weiblichen Keimdrüsen keine stetige, sondern eine periodische durch Pausen unterbrochene, indem nur in bestimmten Intervallen eine erhöhte Ernährungsthätigkeit in denselben eintritt, durch welche alle vorhandenen Follikelanlagen mit den Eiern schnell um eine gewisse Stufe der Reife näher, die am weitesten entwickelten Eier zur vollständigen Reife gebracht, und aus ihren Bildungsstätten gelöst werden. Während bei der Mehrzahl der Thiere diese Perioden der Keimdrüsenenthätigkeit durch lange Intervalle der Ruhe getrennt sind, meist nur einmal im Jahre die Reifung und Lösung von Eiern erfolgt, wiederholt sich dieser Vorgang beim menschlichen Weib während der ganzen Dauer des Geschlechtslebens regelmässig in 28tägigen (ausnahmsweise etwas grösseren oder etwas kleineren) Zwischenräumen. Alle 28 Tage verlässt je ein, selten mehrere Eichen im vollkommen reifen Zustande seinen Follikel, und wird durch den Eileiter in den Uterus geführt, wo es, wenn es befruchtet wurde, sich entwickelt oder unbefruchtet zu Grunde geht. Jede solche Eilösung wird von einer Blutung der Uterinschleimhaut und dadurch bedingtem mehrtägigen Blutabgang aus den äusseren Genitalien begleitet. Diese äussere Nebenerscheinung, welche mit den Namen: Menstruation (im engeren Sinne), Menses, Katamenien, monatliche Reinigung, Periode, Regeln, Veränderung bezeichnet wird, ist es, welche wir zunächst etwas näher in's Auge fassen wollen, ehe wir uns zur Erläuterung des ihr zu Grunde liegenden wesentlichen Vorganges in den Ovarien, der Eilösung, wenden.

Jeder Menstruationsblutung pflegen mehr weniger deutliche Vorboten voranzugehen: Ziehen in den Schenkeln oder in der Kreuzgegend, subjectives Wärmegefühl in den Genitalien, Abspannung, geistige Verstimmung; dabei turgesciren die äusseren Genitalien, secerniren einen zähen, eigenthümlich riechenden Schleim, welcher allmählig dünnflüssiger wird, sich mehr und mehr durch beigemengtes Blut roth färbt, bis endlich reines Blut austritt. Selten tritt die Blutung ohne alle Vorzeichen plötzlich ein, weit häufiger steigern sich die Vorboten zu sehr lebhaften Neuralgien, und compliciren sich mit mannigfachen krankhaften Erscheinungen, Magenkrämpfen, Erbrechen, Koliken u. s. w.; mit dem Eintritt der wirklichen Blutung pflegen die Beschwerden aufzuhören. Die Blutung verschwindet in der Regel ebenso allmählig, wie sie eingetreten, indem das Blut spärlicher austritt, sich nach und nach mit schleimigem Secret vermischt, bis eine einfache Schleimabsonderung den ganzen Vorgang beschliesst. Die Dauer des Blutabganges ist bei verschiedenen Individuen verschieden, bei den meisten hält er etwa 4—5 Tage an, bei manchen nur 1—2 Tage, oder auch bis 8 Tage. Ebenso schwankt die Menge des während einer Menstruation entleerten Blutes in weiten Gränzen; genaue Bestimmungen seiner Quantität sind nicht füglich

ausführbar und auch von keinem besonderen Interesse. Man schätzt die mittlere Menge zu 4—5 Unzen; bei manchen Frauen reducirt sich dieselbe zu einem sehr geringen Quantum, indem das Blut nur spärlich und nur kurze Zeit lang zwischen den Schaamlippen hervorsickert, bei anderen dagegen ist die Blutung profus, theils in Folge längerer Dauer der Periode, theils in Folge gesteigerter Intensität der Absonderung. Auch bei einer und derselben Frau wechselt die Grösse des Blutverlustes zu verschiedenen Zeiten oft in weiten Gränzen; die Umstände, von denen diese Schwankungen bedingt werden, sind sehr wenig genau erkannt. Die Quelle des Menstruationsblutes ist die Uterinschleimhaut; bei den nicht seltenen Fällen von *prolapsus uteri* hat man sich von dem tropfenweisen Hervorquellen des Blutes aus dem Muttermund überzeugt, bei völliger Umstülpung des Uterus hat man direct das Ausschwitzen des Blutes aus der zu Tage liegenden Schleimhautoberfläche beobachtet. Die nächste Ursache der Blutung ist eine beträchtliche Blutüberfüllung der Schleimhautcapillaren, durch welche jedenfalls eine Zerreissung ihrer Wände herbeigeführt wird. Es ist zwar das Bersten der Gefässe nicht direct beobachtet, allein die Gegenwart der Formelemente des Blutes im Menstrualblut lässt keine andere Annahme zu; unversehrte Gefässwände lassen niemals Blutkörperchen durchtreten. Da der Blutaustritt gleichmässig auf allen Punkten der Schleimhautoberfläche vor sich geht, müssen wir eine massenhafte Verwundung der Capillaren annehmen. Die menstruale Blutüberfüllung des Uterus ist nach ROUGET⁴ eine wahre Erection, bedingt durch eine spasmodische Contraction der Muskelfasern des Uterus und dadurch gehemmten Blutabfluss, auf Wesen und Bedingungen des sogenannten Erectionsvorganges können wir erst bei Betrachtung der Begattungsorgane näher eingehen. Die Uterinschleimhaut selbst zeigt während der Menstruation erhebliche Veränderungen: sie erscheint beträchtlich verdickt, aufgelockert, dunkelroth gefärbt; ihre eigenthümlichen schlauchförmigen Drüsen, welche ausserhalb der Menstruationszeit so unentwickelt sind, dass man sie vom Grundgewebe kaum unterscheiden kann, treten auf das Schönste mit dunklen Contouren hervor, zeigen eine deutliche Epithelialauskleidung und einen trüben, aus einer feinen Molecularemulsion bestehenden Inhalt. Es scheint demnach, als wenn diese Drüsen ausserhalb der Periode verkümmerten, während derselben vorübergehend sich vollständiger entwickelten und eine Secretionsthätigkeit begönnen. Der Flimmerepithelüberzug der Schleimhaut scheint sich während jeder Blutung vollständig abzustossen und nach deren Beendigung durch einen neugebildeten ersetzt zu werden. Das ausgesonderte Blut zeigt einige abweichende Eigenschaften vom normalen Venenblut, welche hauptsächlich durch die Secrete der Schleimhaut, mit denen es auf seinem Wege nach aussen in Berührung kommt und sich vermengt, bedingt zu sein scheinen. Es ist consistenter, schleimiger und dunkler gefärbt, reagirt stärker alkalisch als gewöhnliches Venenblut; unter dem Mikroskop erscheinen neben den normalen (oder bei längerem Verweilen des Blutes an der Luft durch Verdunstung geschrumpften) farbigen Blutzellen zahlreiche farblose, von

denen indessen zweifelhaft ist, ob sie dem Blute an sich, oder den beigemengten Secreten der Schleimhäute als „Schleimkörperchen“ angehören; die Gegenwart dieser Beimengungen giebt sich regelmässig durch zahlreiche Epithelialzellen zu erkennen. Genaue chemische Untersuchungen des Menstrualblutes fehlen noch, es ist indessen von vornherein nicht wahrscheinlich, dass es sehr erhebliche Differenzen von anderem Venenblute zeige; die vorhandenen Abweichungen rühren wahrscheinlich zum grössten Theil von der Einwirkung der hinzutretenden alkalischen Schleimhautsecrete her. Es ist vielfach darüber hin und her discutirt worden, ob das Menstrualblut Faserstoff enthalte oder nicht. Sicher ist, dass in der Regel das aus den äusseren Genitalien hervorgehende Blut weder ein zusammenhängendes Coagulum bildet, noch überhaupt diejenige Substanz, die man geronnenen Faserstoff nennt, enthält.² HENLE's Vermuthung, dass der Mangel einer sichtbaren Gesamtgerinnung nur davon herrühre, dass jedes einzelne Tröpfchen des Blutes unmittelbar nach seinem Austritt aus den Gefässen schon im Uterus gerinne, und sich so eine Unmasse kleiner Gerinnsel bilde, welche dem Blute seine flüssige Beschaffenheit nicht nehme, bestätigt sich nicht, da auch unter dem Mikroskop keine Spur eines Gerinnsels zu entdecken ist. Die Frage dreht sich demnach nur darum, ob das Menstrualblut schon bei seinem Austritt aus den Uterincapillaren jenen spontan gerinnbaren Eiweisskörper entbehrt, oder ob derselbe, wenn er vorhanden ist, entweder im Uterus geronnen zurückbleibt, oder vor der Gerinnung durch die Zumischung des Schleimhautsecrets in der Weise chemisch verändert wird, dass er seine Gerinnbarkeit einbüsst. J. VOGEL³ fand in dem Menstrualblut einer mit *prolapsus uteri* behafteten Frau, welches er direct von der Uterinschleimhaut zur Untersuchung nahm, keine Spur eines Gerinnsels; E. H. WEBER fand dagegen bei einem Mädchen, welches sich während der Menstruation entleibt hatte, die Uterinschleimhaut mit einer Kruste geronnenen Blutes überzogen.⁴ Die Widersprüche in diesen unzweifelhaft richtigen Beobachtungen lassen sich meines Erachtens durch folgende Erklärung lösen. Dass das Blut der Uteringefässe an sich keinen gerinnbaren Faserstoff enthalte, denselben durch chemische Umsetzung und Abgabe nach aussen etwa ebenso verliere, wie das Leber- oder Milzblut nach LEHMANN's und meinen Untersuchungen, ist von vornherein im höchsten Grade unwahrscheinlich, und wird direct widerlegt durch die Thatsache, dass nicht allein bei krankhaften, nicht menstrualen Hämorrhagien des Uterus ein normal gerinnbares Blut ausgeschieden wird, sondern in einzelnen Ausnahmefällen auch bei sehr profusen Menstruationen das austretende Blut ein Coagulum bildet (J. VOGEL). Höchst wahrscheinlich ist die letzte der oben ausgesprochenen möglichen Erklärungen die richtige, der im austretenden Blute vorhandene gerinnbare Stoff wird durch das im Moment des Austritts mit ihm zusammentreffende alkalische Secret der Uterindrüsen chemisch verändert, so dass er die Fähigkeit, sich in die unlösliche Modification zu verwandeln, verliert. Dass Zusatz von ätzendem Alkali und Alkalisalzen die Gerinnung des Blutfibrins verzögert oder

gänzlich aufzuheben vermag, ist eine längst bekannte Thatsache; dass auf derselben die Nichtgerinnbarkeit des Menstrualblutes beruht, dafür scheint mir noch der Umstand zu sprechen, dass z. B. bei Hämoptoe, wenn nur spärliche Blutmengen aus den Lungencapillaren austreten, das ausgeworfene Blut ebenfalls kein Coagulum bildet, wie ich mich in einem Falle bestimmt überzeugt habe; auch hier lässt sich kein plausiblerer Grund als die Einwirkung des alkalischen Bronchialschleimes auffinden. Mit dieser Erklärung sind auch die erwähnten Ausnahmen sehr wohl vereinbar. Dass das Blut bei nicht menstrualen Uterinhämorrhagien wie gewöhnliches Venenblut gerinnt, erklärt sich daraus, dass ausserhalb der Menstruationszeit die Uterindrüsen nicht secerniren; die ausnahmsweise bei profusen Menstruationen beobachtete Gerinnbarkeit dagegen erklärt sich aus der Unzulänglichkeit der geringen Menge des fraglichen Secretes. Die Anwesenheit einer geronnenen Blutkruste in WEBER's Fall, welche VOGEL's Beobachtungen gegenüber nicht als normales Verhalten gedeutet werden kann, mag wohl darauf beruht haben, dass nach dem Tode die geborstenen Capillaren noch Blut haben austreten lassen, während schon die Secretion der Drüsen gestockt hat, so dass die Faserstoffgerinnung unbeeinträchtigt geblieben ist. Ueber anderweitige Eigenthümlichkeiten der chemischen Zusammensetzung des Menstrualblutes geben die vorhandenen Analysen keine brauchbaren Aufschlüsse.⁵

Von ihrem ersten Eintritt an kehrt, wie erwähnt, die Menstruation, wenn keine krankhaften Störungen eintreten, in regelmässigen Intervallen wieder, und zwar vergeht bei der Mehrzahl der Frauen zwischen je zwei Menstruationseintritten ein Zeitraum von 28 Tagen, also gerade die Zeit eines synodischen Umganges des Mondes um die Erde, wie auch der Name Menses oder monatliche Reinigung besagt. Die Grösse des freien Intervalls zwischen dem Ende der vorhergehenden und dem Anfang der folgenden Blutung hängt natürlich von der Dauer derselben ab. Sehr zahlreich und mannigfach sind die Abweichungen von der statistisch als Regel festgestellten 28tägigen Periode, es kommen alle möglichen Grössen der Perioden zwischen acht Tagen und acht Wochen vor, die Mehrzahl der Schwankungen indessen bewegt sich zwischen 20 und 35 Tagen. Alle Grade der Abweichungen können vorhanden sein, ohne dass sich irgend welche krankhafte Zustände des Generationsapparates oder des Organismus überhaupt als Ursachen nachweisen liessen. Bei einer und derselben Frau pflegt im Allgemeinen die Menstruation die von Anfang an angenommene Periodicität während der ganzen Dauer des Geschlechtslebens beizubehalten, doch kommen auch hiervon Ausnahmen gar häufig vor; äussere Einflüsse, besonders heftige psychische Affecte, körperliche Anstrengung, veränderte Lebensweise u. s. w. führen sehr leicht Unregelmässigkeiten, Verkürzung oder Verlängerung des Intervalles herbei.

Die Frage nach den Ursachen, von welchen die Periodicität der Uterinblutung abhängt, fällt mit der allgemeineren wichtigeren Frage nach den Ursachen der periodischen Keimdrüsenthätigkeit, von welcher

ja die Blutung als Nebenerscheinung abhängt, zusammen. Bei Betrachtung der letzteren werden wir sehen, wieweit diese Frage zu beantworten ist. Warum bei den Menschen die Menstruation und Eilösung gerade in 28tägigen Perioden sich wiederholt, ist eine müßige Frage; es genügt, wenn wir irgend welche Umstände namhaft machen können, welche überhaupt eine relativ häufige Wiederkehr der fraglichen Vorgänge nothwendig machen. Ob die Periode im Mittel 28 oder 30 Tage umfasst, ist eine völlig gleichgültige Sache. Der unglückliche Umstand, dass in der Welt noch eine 28tägige Periode, die als anomalistische Periode bezeichnete Zeit eines Mondumlaufs um die Erde, existirt, hat zu der traurigen Verirrung geführt, dass man dieselbe in ursächlichen Zusammenhang mit der Periodicität der Menstruation brachte, die Wiederkehr der Blutung durch die Wiederkehr einer bestimmten Mondphase, bei welcher sie vorher eintrat, hervorgerufen werden liess! Freilich sind jetzt wohl in der Physiologie die Zeiten so naiver Anschauungen und vager Fictionen vorüber, die Wundermacht des Mondes, durch welche er Wetter und Menstruation regiert, in das Bereich der Laienmärchen zurückgedrängt, allein noch ist es nicht allzulange her, dass man auf statistischem Wege alles Ernstes die Abhängigkeit der Menstruationsperiodicität von dem Mondumlauf nachweisen und durch ein bestimmtes Gesetz ausdrücken zu können gemeint hat.⁶

Wir gehen zur Betrachtung der wesentlichen Vorgänge über, welche dem periodischen Blutabgange zu Grunde liegen, zu der periodischen Reifung und Lösung der Eichen. Es ist wunderbar, wie lange die wahre physiologische Bedeutung der Menstruation verborgen geblieben ist, wie lange man bei Säugethieren und Menschen die Existenz einer regelmässigen spontanen Eilösung nicht einmal vermuthet hat, trotzdem, dass dieselbe längst für alle übrigen Thierclassen evident erwiesen war, und daher wohl aus der Analogie hätte erschlossen werden dürfen, trotzdem, dass selbst die *corpora delicti* derselben bei Menschen wiederholt beobachtet worden waren. Es galt als feststehende Thatsache, dass bei Menschen und Säugethieren nur durch eine fruchtbare Begattung ein oder mehrere Eichen aus ihren Follikeln befreit werden könnten. Man fand zwar bei notorischen Jungfrauen wiederholt geplatzte Follikel in den Ovarien und deren Rückbildungsmodificationen, die gelben Körper, fand darin aber nur einen Grund, die Keuschheit der betreffenden Individuen in Abrede zu stellen, statt einen Beweis, dass die vermeintliche Ausnahme von dem allgemeinen Gesetz der spontanen Eilösung ein Irrthum sei. Es war ferner längst erwiesen, dass die periodische Blutabsonderung nicht ein selbständiger Lebensact des Uterus sei, dass sie in innigem Zusammenhange mit dem Leben der Keimdrüsen stehen müsse, da man die Blutung bei weiblichen Castraten oder krankhafter Zerstörung der Ovarien ohne gleichzeitige Alteration des Uterus wegbleiben, bei Entartung oder nach Exstirpation des Uterus dagegen entweder periodische Beschwerden, wie sie sonst die Blutung begleiten, oder sogar vicarirende Blutungen aus anderen Organen, Magen, Lungen eintreten sah; allein auch diese gewichtigen Thatsachen vermochten

den festen Irrglauben nicht zu erschüttern. Erst im Jahre 1840 tauchte die Wahrheit vermuthungsweise auf; W. JONES, PATERSON, NEGRIER⁷ deuteten die ausserhalb der Gravidität wiederholt gefundenen gelben Körper richtig als Zeichen einer spontanen Eilösung, NEGRIER stellte sogar die Hypothese auf, dass bei jeder Menstruation ein GRAAF'scher Follikel platze, und nach Entleerung seines Eies sich in ein sogenanntes „falsches“ *corpus luteum* (den bei Gravidität gebildeten „wahren“ gegenüber) umwandle. Immer fehlte aber noch der directe Beweis, vor Allem die Auffindung des Eichens selbst; diesen Beweis verdanken wir dem um die Zeugung so hoch verdienten BISCHOFF.⁸ Er fand bei weiblichen Säugethieren (Hunden, Kaninchen, Schafen, Schweinen), welche er streng von männlichen Individuen abgesperrt gehalten, oder denen er sogar, um jede Möglichkeit des Saamenzutrittes abzuschneiden, die Eileiter vom Uterus abgebunden hatte, constant bei jeder Brunstepoche nicht allein einen oder mehrere frisch geplatzte Follikel, sondern auch die aus ihnen entleerten Eichen selbst in den Eileitern. Nun ist es zwar beim Menschen heutzutage noch nicht gelungen, ein Eichen im Eileiter aufzufinden, aber das Bersten eines Follikels und seine Umwandlung zum gelben Körper bei jeder Menstruation ist bestimmt dargethan, und damit auch jeder gerechte Zweifel beseitigt, dass nicht auch beim Menschen spontan und zwar bei jeder Menstruation ein Eichen gelöst werde.⁹ Die Reifung und Lösung eines Eichens während einer solchen Menstruation geht bei Menschen und Säugethieren folgendermaassen vor sich. Der Follikel nimmt rasch und bedeutend an Volumen zu, verwandelt sich in ein wasserhelles pralles Bläschen von 4—6'' Durchmesser, welches hoch über die Oberfläche des Ovariums vorragt. Seine Blutgefässe, welche in der bindegewebigen Kapselwand verlaufen, erscheinen stark injicirt, besonders zeigt sich ein dichter, stark erfüllter Capillarkranz auf dem Scheitel der hervorragenden Parthie. Die Grössenzunahme des Follikels beruht hauptsächlich auf vermehrter Absonderung der seine Höhle erfüllenden Flüssigkeiten, theilweise aber auch auf einer Wucherung seiner Epithelialauskleidung, der *membrana granulosa*, deren Zellen an Zahl und Grösse beträchtlich zunehmen. Eine ganz eigenthümliche Veränderung erleiden die Zellen des Keimbügels, in welchem das Eichen eingebettet liegt. Sie verlieren ihre ursprüngliche runde Form, indem sie sich zunächst nach einer Seite hin verlängern, so dass sie keulenförmig werden, sodann auch nach der anderen Seite in eine Spitze auswachsen, und dadurch Spindelform annehmen. Da diese Zellen sämmtlich radial zum Ei geordnet sind, so dass ihr Längendurchmesser senkrecht gegen dessen Zona steht, so erhält das Eichen mit seinem Zellenbesatz dadurch ein eigenthümliches, strahliges Ansehen, welches für die vollendete Reife charakteristisch ist.¹⁰ Die vermehrte Absonderungsthätigkeit der Follikelgefässe, durch welche die eben beschriebenen Veränderungen desselben hervorgebracht werden, äussert sich auch am Eichen selbst, indem dasselbe rasch seine volle Grösse erhält, seine Zona sich verdickt, sein Dotter dichter und dunkler wird, sein Keimbläschen sich in das Innere der Dottermasse zurückzieht

und darin wahrscheinlich noch vor der Lösung des Eichens zu Grunde geht. Endlich, wenn die Vergrößerung und Anspannung des Follikels einen gewissen Grad erreicht hat, platzt derselbe, und zwar jedesmal am Pol seiner über die Oberfläche hervorragenden Parthie und treibt das unmittelbar hinter der Oeffnung liegende Eichen mit seinem anhaftenden strahligen Zellenmantel, welcher als *discus proligerus* bezeichnet wird, heraus in die zu seiner Aufnahme bereite Tuba. Die Kraft, welche den Follikel sprengt und das Eichen austreibt, ist jedenfalls keine andere, als der Druck, welchen die in seine Höhle eingetriebene Flüssigkeit gegen seine Wände ausübt; vielleicht wird das Platzen befördert durch eine Resorption an der zur Oeffnung bestimmten Parthie seiner Wand. Dass das Platzen regelmässig an dem obersten Punkte der über das Ovarium hervorragenden Stelle erfolgt, erklärt sich leicht aus dem Umstand, dass an dieser Stelle dem Druck der geringste Widerstand entgegengesetzt ist. Die constante Lage des Eichens hinter dieser Stelle bewirkt, dass es nothwendig von der mit Gewalt aus der Oeffnung hervorbrechenden Flüssigkeit mit herausgespült werden muss. Nach den interessanten Untersuchungen von ROUGET ist das letzte rapide Stadium des Reifungsprocesses und die Lösung des Eichens durch das Bersten des Follikels wie die gleichzeitige Uterinblutung Folge einer Art von Erection, d. h. nach ROUGET, einer durch Muskelcontraction gehemmten Blutabfuhr und dadurch bedingten Blutstauung in den Ovarialgefässen. Indem wir auch hier auf die nähere Erörterung der Erection bei den männlichen Begattungsorganen verweisen, bemerken wir nur so viel, dass ROUGET erstens eine überraschende Uebereinstimmung in der Anordnung und Vertheilung der zuführenden Gefässe des Ovariums mit dem Uterus und mit den eigentlichen Schwellkörpern der Begattungsorgane nachgewiesen hat. Zweitens betrachtet ROUGET als wesentlichen Theil eines Erectionsmechanismus Muskelfasern, welche durch Contraction und dadurch bewirkte Compression der Gefässe Stauung des Blutes hervorbringen; das Ovarium selbst hat keine Muskelfasern, wohl aber führt, wie ROUGET nachgewiesen und hoffentlich sich bestätigt, die Bauchhautfalte, welche Uterus, Tuben und Ovarien umschliesst, zwischen ihren Lamellen dünne Lagen zu regelmässigen Zügen angeordneter glatter Muskelfasern. Zwei dieser Faserzüge umfassen sich kreuzend das Ovarium und seine zu- und abführenden Gefässe, einer im sogenannten Mesovarium vom Grund des Uterus quer nach der Tubamündung verlaufend, der andere schräg mit divergirenden Fasern von der Lendengegend gegen das Ovarium und die Tuba aufsteigend. Diese Muskeln sollen die Blutstauung in den Ovarialgefässen bedingen, während ein Theil derselben gleichzeitig eine andere wichtige Function, von welcher unten die Rede sein wird, die bisher so räthselhafte Anlegung der Tubamündung um den berstenden Follikel zur Aufnahme des Eichens, ausüben soll. Diese Ansicht von ROUGET hat ausserordentlich viel für sich; sie führt mit Wahrscheinlichkeit auf ein und dasselbe Moment drei gleichzeitige, mit einander in Zusammenhang stehende Vorgänge zurück, insofern sie aus krampfhaften Contractionen

glatter Muskelfasern erstens die „Erection“ des Uterus, mithin die Uterinblutung, zweitens die „Erection“ des Ovariums und dadurch Reifung und Lösung des Eichens, drittens Anlegung der Tubamündung an den platzenden Follikel, mithin die Aufnahme der gelösten Eichen in den Ausführungsgang der Keimdrüse erklärt. Indessen müssen wir schon hier erklären, dass die nähere Vorstellung, welche ROUGET über den Mechanismus der Erection, die Wirksamkeit der Muskelfasern dabei zu begründen sucht, noch manches Zweifelhafte hat.

Der entleerte Follikel, welcher seine Rolle ausgespielt hat, geht zu Grunde, aber auf eine eigenthümliche Weise, indem er und zwar insbesondere die in ihm zurückgebliebene *membrana granulosa* eine Reihe von Veränderungen durchläuft, die ihn zum sogenannten gelben Körper, *corpus luteum*, machen. Das Wesen dieser Veränderungen besteht kurz bezeichnet in einer anfänglichen Wucherung und Fetterfüllung (fettigen Degeneration) der Epithelzellenschicht, so dass diese dasselbe Ansehen wie im GRAAF'schen Follikel des Vogels, wo wir sie als Nahrungsdotter kennen gelernt haben, erhält. Später tritt der gelbe Körper in das Stadium der Atrophie, durch welche sowohl die mächtig vergrösserte *membrana granulosa* als die äussere Kapselwand allmählig vollkommen zum Schwinden gebracht wird, bis endlich vom ganzen Follikel nichts mehr übrig ist, als einzelne Pigmentkörnchen oder Pigmentkrystalle, welche von dem bei der Berstung in seine Höhle geflossenen Blute herrühren.

Ein vollkommen entwickelter gelber Körper zeigt folgenden Bau (ECKER, *l.c.*, *Taf.* XXII, *Fig.* 13 u. 16). Seine äussere Begrenzung bildet die ursprüngliche Kapsel des Follikels, welche indessen meist so verdünnt oder durch Resorption geschwunden ist, dass sie nicht mehr von dem Stroma des Eierstocks scharf geschieden erscheint; es ist daher früher auch von Einigen behauptet worden, dass die gleich zu beschreibende gelbe Schicht durch Auflagerung auf die Aussenfläche der Follikelwand entstehe. Die bei der Eilösung gebildete Oeffnung ist meist auch am entwickelten *corpus luteum* noch vorhanden, oder durch eine strahlig zusammengezogene Narbe kenntlich. Diese Kapselwand wird nun innerlich ausgekleidet von einer dicken, schön dottergelb gefärbten, vielfach gefalteten Lage, welche die ursprüngliche Höhle bis auf einen kleinen mittleren Raum ausfüllt, letzterer wird von einem geronnenen Blutpfropfen, von welchem sich Fortsätze zwischen alle Falten der gelben Rindenschicht eindringen, eingenommen. Unter dem Mikroskop zeigt die gelbe Lage fast ausschliesslich kleinere und grössere Zellen mit deutlichem Kern und feinkörnigem Inhalt, in welchem sich eine Menge grösserer oder kleinerer gelbgefärbter Fetttröpfchen auszeichnen. Zwischen den Zellen gewahrt man eine amorphe oder undeutlich gefaserte Grundmasse mit zerstreuten Fetttröpfchen (welche indessen wohl aus geplatzten Zellen stammen), Blutgefässen und nach ECKER grossen spindelförmigen Zellen, von deren Gegenwart ich mich nicht habe überzeugen können (ECKER, *l.c.* a. a. *Fig.* 14 c). Die Entstehung dieser Theile ist leicht zu erweisen und direct zu verfolgen. Der centrale

Blutpfropf entsteht, indem die bei der Berstung zerrissenen Blutgefässe der Kapsel die leergewordene Höhle mit Blutextravasat erfüllen; die gelbe Rindenschicht ist die umgewandelte *membrana granulosa*, welche durch Wucherung ihrer Zellen und Ablagerung einer Bindegewebsmasse zwischen denselben beträchtlich verdickt und vergrössert ist, so dass sie in dem ursprünglichen Follikelraum nicht mehr Platz gefunden und sich daher in Falten zusammengelegt hat. Ob die im Inneren der Zellen auftretenden beträchtlichen Fettmengen von aussen in dieselben abgesondert, oder durch eine chemische Umsetzung ihres ursprünglichen Inhaltes entstanden sind, ist zwar nicht erwiesen, allein das Letztere aus denselben Gründen wahrscheinlicher, welche wir schon bei Betrachtung des Fettreichthums der inneren Schichten des Vogeldotters namhaft gemacht haben. Nachdem die Grössenzunahme des *corpus luteum* ein gewisses Extrem erreicht hat, beginnt früher oder später die Atrophie, welche sich auf alle Theile desselben erstreckt. Der centrale Blutpfropf, welcher schon durch das Wachsthum der Rindenschicht auf einen kleinen Raum eingeengt worden war, verschwindet schnell durch Resorption bis auf die schon oben genannten Pigmentreste, die entweder als sogenannte Hämatoidinkrystalle (FUNKE, *Atlas*, *Taf.* VI, *Fig.* 3), oder auch als unregelmässige rothbraune oder schwärzliche Körnchen alle anderen Theile des gelben Körpers überdauern, Jahre lang nach seiner Entstehung noch seine Stätte bezeichnen. Durchschneidet man ein Ovarium, so findet man regelmässig einen oder mehrere solche Reste in Form gelblicher, röthlicher oder braunschwarzer sternförmiger Figuren. Die gelbe Rindenschicht entfärbt sich allmählig, wohl in Folge eingetretener Resorption des gelbgefärbten Fettes; die Zellen gehen zu Grunde, das intercelluläre Bindegewebe nimmt überhand, und endlich ist weder mit blossen Augen, noch mit Hülfe des Mikroskops eine Sonderung der umgewandelten gelben Schicht und des Eierstockstromas möglich. Die Kapsel, welche schon während der Entwicklung und Blüthe des *corpus luteum* zurückging, verschwindet während der Atrophie vollständig; was aus der *membrana propria* wird, ist nicht direct beobachtet.

Der Zeitraum, welchen ein geplatzter Follikel zu seiner Umbildung zum gelben Körper und dessen endlicher Rückbildung braucht, ist ebenso verschieden, als der Entwicklungsgrad, welchen letzterer erreicht. Es hat diese Verschiedenheit früher zur Unterscheidung wahrer und falscher gelber Körper geführt. Man betrachtete nur die während einer Schwangerschaft entwickelten, ausgezeichnet grossen gelben Körper als wahre, in Folge einer normalen Eilösung gebildete, während man die ausserhalb der Gravidität zuweilen gefundenen kleinen unscheinbaren als zufällige, abnorme und daher auch nur verkümmert entwickelte Gebilde ansah, so lange man ihren regelmässigen menstrualen Ursprung nicht kannte. Jetzt fasst man das Verhältniss gewissermaassen umgekehrt auf: die kleinen *corpora lutea*, wie sie jede Eilösung erzeugt, sind die gewöhnlichen, die grossen, während der Schwangerschaft ausgebildeten, ein zufälliger Ausnahmezustand; wahre gelbe Körper sind beide Arten, insofern beiden dieselbe Ursache, eine spontane Berstung eines

Follikels zu Grunde liegt. Dass ausserhalb der Schwangerschaft die in Rede stehenden Gebilde nur eine beschränkte Grösse erreichen, nur wenige Wochen zu ihrer vollkommenen Ausbildung brauchen, nach einem bis zwei Monaten oder noch früher wieder verschwunden sind, während sie bei gleichzeitiger Gravidität das 3—4fache Volumen erreichen, erst nach 3—4 Monaten zu ihrer höchsten Blüthe kommen, und entsprechend langsam zurückgebildet werden, ist leicht erklärlich. Wird das gelöste Eichen nicht befruchtet, so schliesst mit der menstrualen Blutung die erhöhte Ernährungsthätigkeit in den Keimdrüsen ab, sinkt auf ein Minimum herab; in Folge davon bleiben erstens die in der Reifung begriffenen Follikel auf der erlangten Entwicklungsstufe stehen, bis sie die neue Menstruationsepoche wieder vorwärts bringt; zweitens gewährt dieses reducirte plastische Leben nur spärliche Mittel für die Wucherung des entleerten Follikels. Tritt dagegen Befruchtung des gelösten Eichens ein, so dauert im gesammten Generationsapparat ein erhöhtes Leben während der ganzen Schwangerschaftsperiode fort; dieselbe intensive Thätigkeit, welche dem Embryo im Uterus durch die Placenta sein ganzes Bildungsmaterial zuführt, kommt auch dem entleerten Follikel zu Gute, unterhält seine Wucherung längere Zeit und führt sie zu einem beträchtlicheren Grade. Bevor man die Bedeutung der *corpora lutea* überhaupt kannte, gab ihre mächtige Entwicklung während der Gravidität zu verschiedenen vagen Vermuthungen Veranlassung.^{1 1} SEILER und MONTGOMERY betrachteten sie als Nahrungsreservoirs für den Embryo, schrieben ihnen also bei den Säugethieren dieselbe Bedeutung zu, welche ihr Analogon, der gelbe Vogeldotter, wirklich hat; HOME gab sie als Drüsen aus, in welchen neue Eier gebildet werden sollten.^{1 2}

Fassen wir nun noch einmal die Vorgänge während einer Menstruation mit Berücksichtigung ihres ursächlichen Zusammenhanges kurz zusammen. Alle vier Wochen zeigt sich in den menschlichen Ovarien eine erhöhte Thätigkeit, welche einige Tage anhält: durch dieselbe werden alle vorhandenen Follikel mit den in ihnen gebildeten Eichen rasch zu einer höheren Entwicklungsstufe gereift, ein oder mehrere der durch frühere Menstruationen am weitesten vorgerückten zur vollkommenen Reife gebracht, so dass ein oder mehrere Eichen ihre berstenden Bildungsstätten verlassen und in diejenigen Theile des Generationsapparates übergeführt werden, in welchen sie dem etwa von aussen eingebrachten männlichen Keimstoff begegnen, und wenn sie durch dessen Einwirkung befruchtet wurden, ihre Bestimmung, die Umbildung zum neuen Individuum, erfüllen, oder, wenn sie auf ihrem Wege nicht mit Saamen zusammentrafen, schnell zu Grunde gehen. Die erhöhte Thätigkeit beschränkt sich indessen nicht auf die Keimdrüsen, sie äussert sich auch in anderen Theilen des Geschlechtsapparates und bringt daselbst für die physiologische Bestimmung des Eichens zweckmässige Veränderungen hervor. Eine solche menstruale Activität der Eileiter ist es, durch welche der Eintritt des gelösten Eichens in ihre offenen vom Ovarium entfernten Mündungen und seine Fortbewegung durch ihren Kanal bewerkstelligt wird. Im Uterus äussert sich jene Thätigkeit in Veränderungen der

Schleimhaut von der Art, dass dieselbe sich zur Aufnahme des Eichens und zu der später zu erörternden organischen Verbindung mit demselben zum Behuf der Ernährung des Embryo vorbereitet, wie sich durch die Anschoppung ihrer Blutgefässe, die schnelle Ausbildung und Secretionsthätigkeit der Uterindrüsen zu erkennen giebt. Diese Vorbereitungen sind nutzlos, wenn das Eichen unbefruchtet zu Grunde geht, sie gehen daher in diesem Falle schnell zurück, indem sich der Uterus des ihm zugeführten überschüssigen Bildungsmaterials durch die Menstruationsblutung entledigt. Wurde dagegen das Eichen befruchtet, so bleibt die Blutung aus, das durch die Congestion herbeigeführte Material wird passend verwendet zur Entwicklung der Placenta, zur Ausbildung und massenhaften Vermehrung der für die spätere Geburt nothwendigen Muskeln, zur Ernährung des Embryo. Wir wiederholen, dass nach ROUGET's Theorie das Wesen der erhöhten Thätigkeit der inneren weiblichen Geschlechtsorgane, aus welcher alle genannten Vorgänge resultiren, auf einer Art von *Erection*, in letzter Instanz auf der *Contraction* von glatten Muskelfasern beruht.

Höchst wahrscheinlich findet in den Menstruationsepochen ausser der Reifung der vorhandenen auch die Anlage neuer Follikel und Eichen zum Ersatz für die zu Grunde gehenden statt. Bedenken wir, dass bei einem menschlichen Weibe während der 25jährigen Dauer des Geschlechtslebens bei regelmässiger Wiederkehr der Menses in 28 Tagen etwa 450 Eichen gelöst werden, so ist nicht wahrscheinlich, dass alle diese Follikel bereits vor dem Eintritt der Pubertät präformirt sind, da nach KOELLIKER's ohngefähren Zählungen ein Ovarium gleichzeitig nur etwa 30—100 Follikel enthält, ein guter Theil davon aber auch nach dem Ende des Geschlechtslebens noch übrig ist. Im Gegentheil spricht erstens der Umstand, dass auch in den späteren Perioden des Geschlechtslebens immer noch ganz primordiale Follikelanlagen in jedem Eierstock gefunden werden, zweitens die Analogie entschieden für eine Neubildung. Nicht allein bei niederen Thieren, sondern auch bei den Säugethieren ist eine Neubildung von Eikapseln während jeder Brunst durch BISCHOFF's directe Beobachtungen ausser allen Zweifel gesetzt; es erfolgt die Neubildung genau auf dieselbe Weise, wie die erste Bildung im embryonalen Eierstock.

Wir können den Verhältnissen der Brunst bei den Thieren keine ausführliche Betrachtung widmen, einige allgemeine Bemerkungen indessen können wir nicht umgehen. Die vollständige Analogie der thierischen Brunst mit der menschlichen Menstruation liegt so klar zu Tage, dass kein beachtenswerther Zweifel mehr dagegen erhoben werden kann. Der wesentliche Vorgang ist bei beiden die spontane Lösung der weiblichen Keimstoffe, wenn auch der Vorgang im Einzelnen und die begleitenden Erscheinungen mannigfache Abweichungen zeigen. Bei der Mehrzahl der Thiere werden grössere Mengen von Eiern auf einmal gelöst, wenn auch dafür die Brunst in längeren Intervallen, meist nur einmal jährlich, wiederkehrt. Eine Menstrualblutung kommt nur bei den Säugethieren und auch hier nur andeutungsweise vor. POUCHET¹⁵ ist

es, welcher dieses interessante Factum genauer untersucht hat; er beobachtete bei Hunden, Katzen, Kühen, Schweinen, Kaninchen, Meer-schweinchen eine deutliche, wenn auch noch so spärliche Blutausschwitzung zur Zeit der Brunst (bei manchen liess sich der Blutgehalt des Vaginalschleims nur unter dem Mikroskop nachweisen), er fand ferner dieselbe Congestion, dieselben vorbereitenden Veränderungen der Uterinschleimhaut, wie beim menschlichen Weibe. Letztere scheint auch bei den Thieren die Quelle des Menstrualblutes zu sein; BISCHOFF sucht sie zwar in der Schleimhaut der Scheide, des Muttermundes und Mutterhalses, weil er bei Hündinnen auch nach der Unterbindung der Uterushörner Blutabgang beobachtete, allein er hat nicht erwiesen, dass nicht auch die Schleimhaut der letzteren Blut ausschwitzt. Beim Menschen haben wir oben die Blutung als Zeichen und Mittel der Rückbildung jener vorbereitenden Veränderungen des Genitalapparates, welche bei mangelnder Befruchtung unnütz geworden sind, bezeichnet; bei den Säugethieren spricht gegen diese Auffassung der Umstand, dass Hündinnen z. B. constant erst nach vollendeter Blutung die Begattung gestatten, die Befruchtung hier also regelmässig nach der Blutung stattfindet. Die Ursachen der seltneren Wiederkehr der Brunst bei den Thieren im Allgemeinen und der speciell bei den einzelnen Arten zu beobachtenden zeitlichen Verhältnisse hat LEUCKART¹⁴ in trefflicher Weise auf dieselben ökonomischen Verhältnisse des Haushaltes zurückzuführen gesucht, aus denen er die Differenzen der Fruchtbarkeit so scharfsinnig erläutert hat. Die Grundlage seiner Betrachtungen ist der schon öfter hervorgehobene Satz, dass das Zeugungsmaterial ein Ueberschuss des individuellen Haushaltes ist. Von diesem Gesichtspunkt aus erklärt sich die Thatsache, dass bei allen Thieren die Brunst in diejenige Zeit fällt, in welcher sich die Verhältnisse der Einnahmen gegen die Ausgaben am günstigsten gestalten. Das allgemeine Hochzeitsfest ist der Frühling, in welchem für die Mehrzahl der Thiere die erwachende Natur neue und reichliche Nahrungsquellen eröffnet, während gleichzeitig gewisse Ausgaben des individuellen Haushaltes verringert werden. Bei sehr wenigen Thieren fällt die Brunst in den Winter, und zwar bei solchen, welche erwiesenermaassen wirklich in dieser Jahreszeit ihre reichlichste Nahrung finden, oder bei denen der Erwerb sich in allen Jahreszeiten nahezu gleich gestaltet, wie dies bei manchen im Wasser lebenden Thieren der Fall ist. Bei manchen Thieren fällt die Brunst in den zeitigen, bei anderen erst in den späteren Frühling, oder gar erst in den Sommer, je nachdem z. B. die Hauptvegetationszeit der Pflanze, welche ihre beste Nahrung bildet, früher oder später fällt. Bei manchen Säugethieren fällt die Brunst und die Begattung zwar noch in das Ende des Winters, die Trächtigkeit und Brutpflege dagegen, welche ungleich mehr Material beansprucht, als die Production der wenigen kleinen Eichen, in den Frühling. Bei den Wiederkäuern tritt die Brunst erst gegen Ende des Sommers ein, weil dieselben, nachdem sie den Winter über aus Mangel an frischen Vegetabilien gedarbt haben, im Frühling zunächst ihren eigenen Körper restauriren müssen, bevor sie an die Erübrigung des

Zeugungsmaterials gehen können. Bei den Fröschen fällt die erste Bildung der Eier und des Saamens in den Spätherbst, die weitere Ausbildung und völlige Reifung aber in den Frühling, nachdem die Bildungsvorgänge in den Keimdrüsen, wie alle vegetativen Processe, während der Winterruhe auf ein Minimum herabgesunken sind. In südlichen Klimaten, wo die nahrungbringende Jahreszeit weit früher als in nördlichen eintritt, tritt auch die Brunst weit früher ein. Die Zahl der jährlichen Brunsten, die Häufigkeit der Wiederkehr der erhöhten Keimdrüsen-thätigkeit, welche sehr verschieden bei verschiedenen Thieren ist, lässt sich ebenfalls auf ökonomische Ursachen leicht zurückführen. Wo die günstigen Ernährungsverhältnisse das ganze Jahr oder wenigstens Frühling, Sommer und Herbst fort dauern, kann sich die Brunst öfter wiederholen, wenn nicht die Grösse der Ausgaben, die Menge des bei der ersten Brunst producirten Bildungsmaterials den Haushalt für längere Zeit erschöpft hat. Die gute reichliche Ernährung unserer Hausthiere vermehrt die Zahl der jährlichen Brunsten, ja sie kann sogar, wie bei den Leghühnern, eine Art ununterbrochener Brunst zu Stande bringen. Bei keinem Thiere kommt eine solche Häufigkeit der Brunst, wie beim Menschen vor. Bei vielen niederen Thieren kommt überhaupt nur eine einzige Brunst, eine einmalige Vollführung der Zeugungsgeschäfte auf ein individuelles Leben, der Organismus vergeht, wenn er seine Pflichten für das Leben der Gattung erfüllt hat; gleichwie unter den Pflanzen z. B. die Agave nach langem, hundertjährigem Bestehen mit der ersten und letzten Erfüllung der Zeugungsaufgabe ihr Leben beschliesst, so stirbt die Eintagsfliege, nachdem sie Jahre lang in nicht zeugungsfähigem Larvenzustand gelebt, und die wenigen Stunden, für welche sie die vollendete Form angenommen, fast ausschliesslich dem Zeugungsgeschäft gewidmet hat.

Schliesslich haben wir noch eines Verhältnisses zu gedenken, auf welches man zum Theil noch heutzutage einen Einwand gegen die vollständige Identität von thierischer Brunst und menschlicher Menstruation gründen zu können gemeint hat. Für die grosse Mehrzahl der Thiere war längst erwiesen, dass nur während der Brunstperiode Eier in den Keimdrüsen gereift und gelöst, nur diese spontan gelösten Eier bei stattfindender äusserer oder innerer Befruchtung zu Nachkommen sich entwickeln, dass nicht ausserdem auch eine Begattung durch den eingeführten Saamen eine Lösung von Eiern herbeiführen kann. Für die grosse Classe von Thieren, bei welchen die Befruchtung ausserhalb des weiblichen Organismus geschieht, verstand sich dies von selbst. Das Mittel, durch welches die rechtzeitige Befruchtung der zeitweilig ohne Zuthun der männlichen Individuen gelösten Eier gesichert ist, zeigt sich offenbar in der Einrichtung, dass bei allen Thieren auch die männlichen Individuen einer periodischen Brunst unterworfen sind, d. h. auch die Thätigkeit der männlichen Keimdrüsen nur zu bestimmten Zeiten und zwar genau zu denselben Zeiten, in welche die weibliche Brunst fällt, eintritt, dass ferner beide Classen von Individuen durch „Instinct“ getrieben werden, für das Zusammentreffen der beiderseits spontan ent-

wickelten und gelösten Zeugungsstoffe unter den geeigneten Verhältnissen zu sorgen. Wesentlich verschieden erscheinen diese Verhältnisse beim Menschen. Der Mann zeigt keine durch Perioden der Ruhe unterbrochene Thätigkeit seiner Geschlechtsdrüsen, keine mit der weiblichen Menstruation zeitlich coincidirende periodische Brunst; es ist vielmehr durch zahlreiche Beobachtungen festgestellt, dass einerseits der Mann fortwährend reifen Saamen secernirt, daher zu jeder Zeit eine fruchtbare Begattung vollführen kann, dass aber auch andererseits das menschliche Weib, trotz ihrer periodischen Brunst, zu allen Zeiten, nicht bloß während der Menstruation, sondern sogar in der Mitte zwischen zweien in Folge einer Begattung schwanger werden kann. Hieraus folgerten Einige, dass, wenn auch die Menstruation, wie die thierische Brunst, ihrem Wesen nach in einer spontanen Eilösung bestehe, sie doch nicht dieselbe wichtige unentbehrliche Rolle, wie die thierische Brunst spiele, nicht durch sie allein die zu befruchtenden Eichen geliefert würden, sondern häufig, vielleicht in der Regel, eine Begattung unabhängig von ihr die Lösung desjenigen Eichens, welches der eingeführte Saame befruchte, vermittele. Eine solche nicht spontane, durch die Begattung vermittelte Eilösung ist indessen nichts weniger als erwiesen, im Gegentheil im höchsten Grade wahrscheinlich, dass unter allen Umständen auch beim Menschen die spontan während der Menstruation gelösten Eichen allein befruchtet werden, auch in denjenigen Fällen, in denen die wirksame Begattung erwiesenermaassen in der Mitte eines Menstruationsintervalls stattgefunden hat. Die Gründe, auf welche diese namentlich von BISCHOFF vertretene Behauptung sich lehnt, sollen bei der Lehre von der Befruchtung erörtert werden. Hier haben wir die Behauptung selbst anticipirt, um den letzten möglichen Einwand gegen die auseinandergesetzte Bedeutung der menschlichen Menstruation aus dem Wege zu räumen.

¹ ROUGET, *sur les organes erect. de la femme et sur l'apparat muscul. tuboovar. dans leur rapp. avec l'ovul. et la menstr.*, Journ. de Phys. 1859. T. I. pag. 320, 479, 735. — ² C. SCHMIDT, *die Diagnostik verdächt. Flecke in Criminalfällen*, Mitau und Leipzig 1848, pag. 8 u. 41. — ³ J. VOGEL, S. R. WAGNER'S *Lehrbuch der Physiologie*, 3. Aufl. pag. 230. — ⁴ E. H. WEBER, *Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane*, Leipzig 1846, pag. 42. — ⁵ JUDÉE, *des modific. subies par l'uterus à l'époque menstr.*, Gaz. des. hôpitaux 1855, No. 34 et 57, hat aus einigen Sectionsbefunden den Schluss gezogen, dass das Menstruationsblut nicht aus der Uterinhöhle, sondern nur von den Lippen des Muttermundes stamme; LEGENDRE, ebendas. No. 52, hat bereits diesen Irrthum genügend widerlegt. Neuerdings hat HESS, *de hymene clauso adjunctis de sang. menstr. retento disquis. Diss. Dorpati* 1854, eine genauere chemische Analyse des Menstrualblutes unternommen. Als Untersuchungsobject benutzte er das zurückgehaltene Blut, welches in einem Falle von *hymen imperforatum* bei dessen operativer Oeffnung erhalten wurde. Das specifische Gewicht desselben betrug 1045; unter dem Mikroskop zeigte es ausser theils normalen, theils geschrumpften Blutkörperchen, zahlreiche Eiterkörperchen, Epithelzellen, Entzündungskugeln und feine Molecularmasse. Die chemische Analyse ergab, dass es 71,97% Wasser und 28,03% feste Bestandtheile, 9,26% Blutkörperchen (nach FIGUIER'S Methode bestimmt), 10% Schleim, 7,2% Eiweis, 1,17% Salze, 0,29% Extractivstoffe und 0,12% Fett enthielt. Leider können wir dieser Untersuchung wenig Werth beilegen, einmal, weil sich gewichtige Einwände gegen die Richtigkeit der befolgten analytischen Methode erheben lassen, zweitens, weil das untersuchte Blut, wie aus seiner Gerinnungsweise und dem mikroskopischen Befund sich ergibt, schwerlich als normales unverändertes Menstruationsblut angesehen werden darf. — ⁶ SCHWEIG, *Unters. über period. Vorgänge*, Karlsruhe 1843,

Arch. f. phys. Hlk. 1844. Bd. III. pag. 281. Folgende Data dienen zur Erörterung und Kritik der SCHWEIG'schen Behauptung von einem Abhängigkeitsverhältniss zwischen der Periodicität der Menstruation und dem Mondumlauf. Unter 242 weiblichen Individuen traf bei 76 (31%) die folgende Menstruation genau an derselben Stelle der anomalistischen Periode ein, an welcher die vorhergehende eingetreten, bei 116 höchstens 3 Tage vor oder nach dem entsprechenden Zeitpunkt. In anderen Fällen kehrte sie in Intervallen einer halben, oder drei Viertel, oder fünf Viertel, oder anderthalb anomalistischer Periode wieder; 9% der Fälle zeigten eine Periodicität, welche nicht mit einem solchen Bruchtheil der Mondumlaufszeit übereinstimmte. Wir brauchen nur noch weitere Bruchtheile derselben zu Grunde zu legen, um bequem in SCHWEIG's Sinne alle möglichen Menstruationsintervalle unterzubringen. Diese Zahlen sollen beweisen, dass jenes ursächliche Verhältniss wirklich vorhanden ist, dass der Mond die wunderliche Ehre hat, Gott weiss durch welche Kraft, die weiblichen Keimdrüsen, und zwar nur die des Menschen, zu zwingen, ihre Thätigkeit nach seiner Reiseuhr zu reguliren. Eine genügende Kritik dieser Verirrung liegt in der Naivetät, mit welcher SCHWEIG Abweichungen von 1—3 Tagen als unwesentliche, das Gesetz nicht behelligende Ausnahmen betrachtet, obwohl diese Ausnahmen gerade die Hälfte der Fälle ausmachen. — ⁷ Vergl. W. JONES, *pract. observ. on diseases of women*, London 1839; PATERSON, *Edinb. med. and surgic. Journal*, Oct. 1840; NEGRIER, *recherch. anatom. et phys. sur les ovaires dans l'espèce humaine*, Paris 1840. — ⁸ BISCHOFF, *Beweis der von der Begattung unabhängigen period. Reifung u. Loslösung der Eier der Säugethiere u. des Menschen als der ersten Bedingung ihrer Fortpflanzung*. Giessen 1844. — ⁹ Dass noch niemals ein solches durch die Menstruation gelöstes Eichen beim Menschen in den Tuben oder in dem Uterus hat aufgefunden werden können, ja dass selbst befruchtete Eichen in ihren früheren Entwicklungsstadien nur ausserordentlich selten gefunden werden, erklärt sich aus folgenden Umständen. Erstlich werden bei Sectionen sehr selten Eileiter und Uterus mit der peinlichen Sorgfalt durchsucht, welche die Auffindung eines so kleinen Gebildes erfordert, zweitens betrifft die Mehrzahl der Sectionen kranke Individuen, bei welchen unmittelbar vor dem Tode die Menstruation in Folge der Krankheit niemals eintritt, und drittens werden die Sectionen meistens so spät nach dem Tode angestellt, dass das Eichen entweder bereits zerstört, oder in der weichen Schleimhaut kaum noch auffindbar ist. — ¹⁰ Vergl. BISCHOFF, *Entw. d. Kanincheneies*, Taf. II, Fig. 15 A B; *Entw. d. Hundeeies*, Taf. I, Fig. 4 u. 5; *Entw. d. Meerschweinchens*, Taf. I, Fig. 2. — ¹¹ Vergl. SEILER, *die Gebärmutter und das Ei des Menschen*, pag. 28; MONTGOMERY, *die Lehre von den Zeichen der Schwangerschaft*, deutsch von SCHWANN, pag. 261; HOME, *lect. on compar. anat.* Bd. III. pag. 294. — ¹² In der Regel findet man in menschlichen Ovarien nie mehr als einen gelben Körper auf einmal, da eben bei jeder Menstruation nur ein Follikel zu platzen pflegt, der daraus gebildete gelbe Körper aber ausserhalb der Schwangerschaft bereits im Stadium der Atrophie ist, wenn die folgende Menstruation die Bildung eines neuen veranlasst. Ein interessanter Ausnahmefall wurde kürzlich auf hiesiger Anatomie von E. H. WEBER gefunden. Bei einem Mädchen zeigte jedes Ovarium eine grosse Anzahl schön ausgebildeter gelber Körper bis zu 5'' Durchmesser mit starken, intensiv gefärbten Rindenschichten; ihre Zahl in beiden Ovarien zusammen betrug 17. Es ist schwer zu sagen, wodurch diese massenhafte Entwicklung bedingt war, ob abnormer Weise so viele Eichen bei jeder oder wenigstens bei der letzten Menstruation gelöst worden waren, oder ob jedes *corpus luteum* von einer besonderen Menstruation herrührte, und nur die verzögerte Atrophie die Ursache der gleichzeitigen Gegenwart so vieler war. — ¹³ POUCHET, *théorie posit. de l'ovulation spont. et de la fécondation*, Paris 1847, pag. 256, *Atlas*, Pl. XIV. et XV., Fig. 1. — ¹⁴ LEUCKART a. a. O. pag. 860.

§. 274.

Schicksale der gelösten Eichen. Die Bestimmung der periodisch aus ihren Bildungsstätten befreiten Eichen, unter Beihülfe des Saamens sich zu einem neuen Individuum zu entwickeln, wird durchaus nicht von allen wirklich erfüllt. Die relative Zahl der wirklich zur vollen Entwicklung gelangenden Keime ist, wie schon bei der Lehre von den

Fruchtbarkeitsverhältnissen berührt wurde, bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, bei jeder einzelnen Art je nach mannigfachen äusseren Umständen in weiten Gränzen schwankend. Bei manchen werden regelmässig alle Eichen befruchtet und dadurch die Embryonalbildung vermittelt, bei anderen geht die Mehrzahl der Keime, ohne ihre physiologische Aufgabe zu lösen, zu Grunde, sei es, dass sie überhaupt nicht oder nicht unter den geeigneten Verhältnissen mit dem männlichen Geschlechtsstoff in Berührung gekommen sind, sei es, dass sie zwar befruchtet, aber nicht in die zur normalen Entwicklung nothwendigen äusseren Verhältnisse gebracht wurden. Bei dem menschlichen Weibe liefert die Keimdrüse 35 Jahre lang alle vier Wochen ein entwicklungsfähiges Ei und doch kommt bei einer grossen Anzahl von Individuen kein einziges derselben, bei anderen nur 1—6 zur Entwicklung, die Production von 12 Nachkommen gilt bereits als ein seltenes Extrem. Die Schicksale der Eichen hängen demnach in erster Instanz davon ab, ob sie mit Saamen in wirksame Berührung kommen oder nicht; die vollständige Lebensgeschichte des befruchteten Eichens soll in einem kurzen Abriss der Entwicklungsgeschichte dargestellt werden; hier wollen wir die Schicksale des unbefruchteten Eies, welche es bis zu einer gewissen Gränze mit dem befruchteten gemein hat, erörtern.

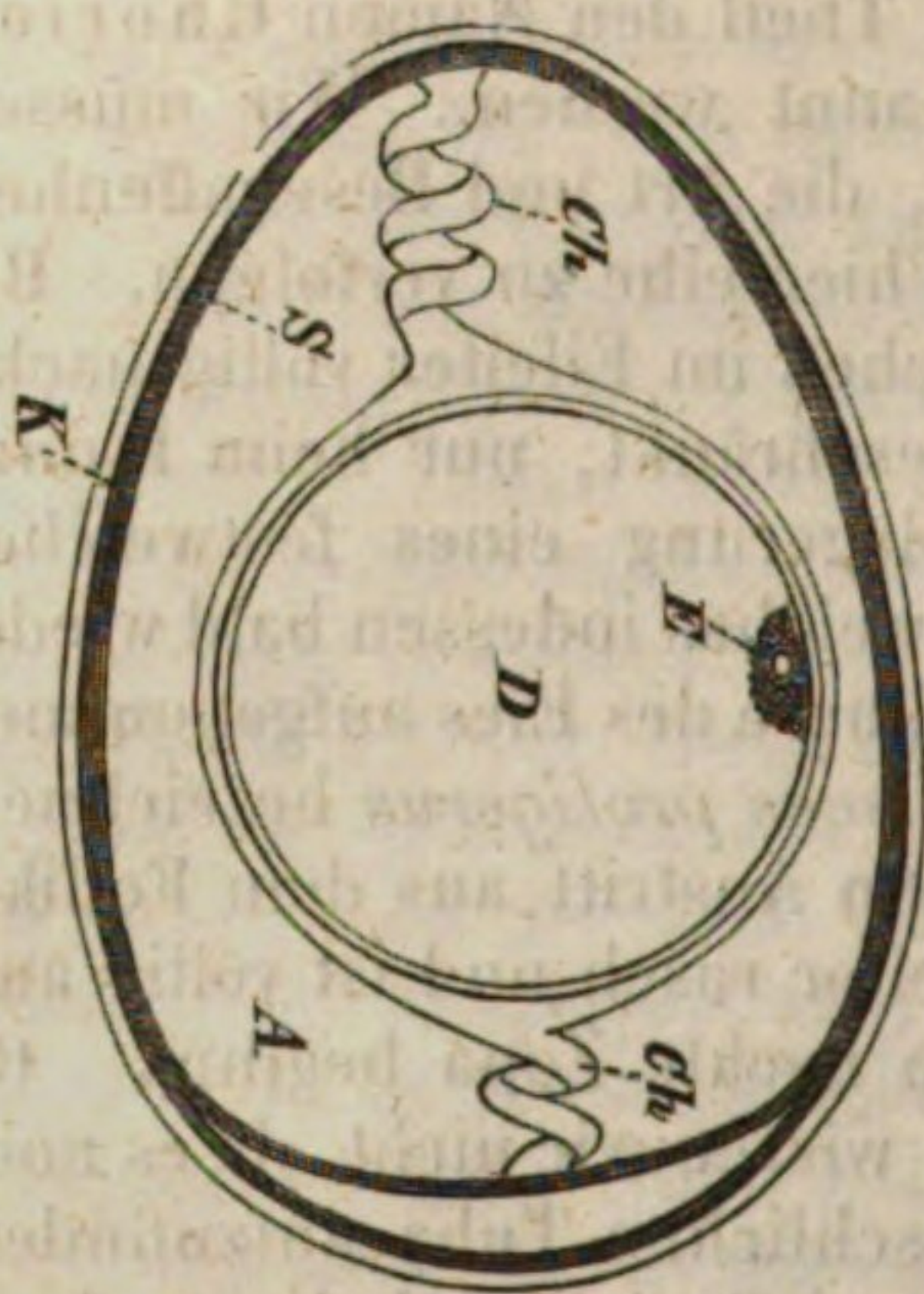
Bei den niederen Thieren, bei welchen Keimdrüse und Eileiter einen continuirlichen hohlen Schlauch bilden, ist für die fertigen Eichen ein unverfehlbarer Weg zum Fortrücken nach ihrem Bestimmungsort gegeben, sei es nun, dass die Fortbewegung einfach durch das Nachrücken der im hinteren Ende des Schlauches neugebildeten Elemente oder durch active Contraktionen der Wandungen des Schlauches bewerkstelligt wird. Eine gleiche Continuität des Weges, welchen das Ei nach seiner Lösung zurückzulegen hat, findet sich unter den Wirbelthieren nur bei den Knochenfischen; bei allen übrigen, gleichviel ob ihre Eierstöcke solid oder hohl, ob demnach die gelösten Eichen nach aussen oder in die innere Höhle entleert werden, findet das eigenthümliche, bei keiner anderen Drüse vorkommende Verhältniss statt, dass der Ausführungsgang der Keimdrüse, der Eileiter, in keiner anatomischen Communication mit derselben steht, sondern mehr weniger entfernt von ihr mit einer freien Mündung beginnt. Es fragt sich, wie bei diesem anscheinend unzweckmässigen Verhältniss die Aufnahme der Eichen in den Eileiter zu Stande kommt, wie eine Verirrung der Eichen in die Bauchhöhle, welche um so leichter möglich erscheint, je kleiner die Eichen, je entfernter die Mündung der Tuba vom Ovarium, vermieden wird. Bei einigen Thieren steht unzweifelhaft fest, dass das Eichen nach seinem Austritt aus dem Follikel, um in die Tuba zu gelangen, eine Strecke weit die freie Bauchhöhle durchwandern muss, d. i. bei denjenigen Thieren, bei welchen das Ende der Tuba in einiger Entfernung vom Eierstock unbeweglich befestigt ist. Wie unter diesen Umständen die Einhaltung des richtigen Weges gesichert wird, welche Kräfte das Eichen auf dieser freien Zwischenpassage bewegen und leiten, ist nicht sicher ermittelt. Bei denjenigen Thieren dagegen, bei welchen, wie

auch beim Menschen, das Ende der Tuba freibeweglich ist, so dass es zum Ovarium hinbewegt werden kann, ist nicht allein wahrscheinlich, sondern durch directe Beobachtung erwiesen, dass zur Zeit der Eilösung die Mündung der Tuba an das Ovarium sich anlegt, und zwar regelmässig den reifen zur Berstung sich vorbereitenden Follikel so umfasst, dass das austretende Eichen nothwendig in sie hineingelangen muss. Diese Beobachtung ist bei Vögeln sehr häufig wiederholt; HALLER, GENDRIN, RACIBORSKY, LAEHR haben dieselbe aber auch in einzelnen Fällen bei Frauen, welche während oder kurz nach der Menstruation, oder auch unmittelbar nach dem Coitus gestorben waren, bestätigt, so dass an der Allgemeinheit des Vorganges nicht zu zweifeln ist. Welche Kräfte führen die Mündung des Eileiters jedesmal zur richtigen Zeit an das Ovarium, und jedesmal gerade an denjenigen Follikel, welcher sich seines Eies entledigen wird?¹ Das Vorhandensein einer beträchtlichen Muskelschicht in den Eileiterwandungen lässt zwar an eine active Bewegung denken, allein bei näherer Betrachtung erscheint diese Vermuthung doch als unzulässig; es ist nicht einzusehen, wie die gleichförmig am ganzen Eileiter vertheilten Muskeln gerade jene einseitige Bewegung des Endes hervorbringen sollen. Weit plausibler schien die zuerst von HALLER aufgestellte Hypothese, dass die Bewegung der Tuba und ihr längeres Anhaften am Ovarium auf einer Art von *Erection*, einer durch Blutüberfüllung hervorgebrachten Formveränderung beruhe; es sprach dafür die Thatsache, dass zur Zeit der Brunst die Gefässe der Tuba in gleichem Congestionszustande, wie die des übrigen Generationsapparates angetroffen werden. Allein es war weder in der Tuba ein solcher Reichthum an Blutgefässen und eine solche Anordnung derselben, wie wir sie in notorisch erectilen Organen treffen, nachgewiesen, noch durch directe Beobachtungen die fragliche Form- und Lageveränderung der Tuba als Folge der Blutstauung oder künstlichen Injection dargethan. ROUGET, welcher diese negativen Umstände besonders hervorhebt, hat dafür eine Erklärung für den fraglichen Vorgang gegeben, welche, wenn ihre Grundlage sich bestätigt, ohne Zweifel die einfachste und nächstliegende ist. Nach ROUGET sind es Bündel glatter Muskelfasern, welche, im Mesovarium zwischen Eierstock und Tubamündung ausgespannt, bei ihrer Contraction die Tubamündung an das Ovarium heranziehen und daran angelegt erhalten. Diese Bündel sind ein Theil derjenigen Faserzüge, welche nach ROUGET's oben besprochener Theorie durch ihre während jeder Menstruationsepoche eintretende anhaltende Contraction die Blutstauung im Uterus und den Ovarien, die „*Erection*“ dieser Organe, und dadurch in ersterem die menstruale Blutung, in letzteren die Lösung der Eichen hervorbringen. Bestätigt sich dieser plausible Mechanismus, so wird begreiflicher als früher, dass derselbe so sicher seinen Zweck erfüllt, eine Verirrung der Eier in die Bauchhöhle, ein Steckenbleiben in derselben beim Menschen zu den grössten Seltenheiten gehört.²

Während das Ei durch den Eileiterkanal vorwärts bewegt wird, erhält es bei einer grossen Anzahl von Thieren accessorische Umhül-

lungen verschiedener Art, bald festere Schutzhüllen, bald weichere, albumreiche Ablagerungen, welche mit dem Namen Albumen bezeichnet werden, während die ersteren zum Theil den Namen Chorion führen, theils schlichtweg Eischalen genannt werden. Wir müssen es der vergleichenden Anatomie überlassen, die Art und Beschaffenheit der Zuthaten des Eileiters durch die ganze Thierreihe zu verfolgen. Bei der Mehrzahl der Säugethiere bleibt das Eichen im Eileiter völlig nackt, auf seine ursprüngliche Hülle, die Zona, beschränkt, nur beim Kaninchenei³ findet eine ziemlich mächtige Ablagerung eines festweichen Albumens in concentrischen Schichten statt, welches indessen bald wieder verschwindet, wahrscheinlich indem es in's Innere des Eies aufgenommen als Baumaterial verwerthet wird. Der als *discus proligerus* bezeichnete Zellenmantel, welcher dem Eichen bei seinem Austritt aus dem Follikel bei Säugethiern anhaftet, schwindet im Eileiter rasch und ist völlig aufgelöst, wenn die Eiweissablagerung auf die nackte Zona beginnt. Ob beim Menschen etwas Aehnliches stattfindet, wissen wir nicht, da es noch nicht gelungen ist, ein Eichen in der menschlichen Tuba aufzufinden. Besonderer Schutzhüllen kann das Säugethiereiei füglich entbehren, da es nicht an die Aussenwelt tritt, sondern der sichern Behausung des Uterus übergeben wird, auf dem Wege dahin aber seine Zona hinreichenden Schutz gewährt; das Fehlen der Eiweissumlagerung bei der Mehrzahl der Säugethiere erklärt sich ebenso einfach aus der Entbehrlichkeit eines Nahrungsreservefonds, da noch ehe das ursprüngliche Material des Dotters verbraucht ist, das Eichen bereits durch den hergestellten Gefässverkehr vom mütterlichen Blute seine Zufuhr bezieht. Beide Arten accessorischer Eileiterhüllen finden sich in ausgezeichneter Weise bekanntlich bei den Vögeln, deren Ei überhaupt unter allen Thieren relativ und absolut die grösste Mitgift erhält. Nicht allein das als Nahrungsdotter bezeichnete Epithel des GRAAF'schen Follikels wird demselben an die Aussenwelt mitgegeben, sondern der Eileiter fügt dazu noch eine mächtige Masse eiweissreicher Flüssigkeit und eine derbe äusserlich durch Kalksalze erhärtete Schutzhülle. Das Albumen der Vogeleier ist keine homogene Masse, sondern besteht aus mehrfachen Schichten von verschiedener Consistenz; die consistentesten umhüllen unmittelbar die gelbe Dotterkugel *D* (mit dem Ei *E*) und gehen von zwei diametral gegenüberliegenden Punkten derselben als spiralig gewundene (die eine rechts, die andere links gewunden) Stränge *Ch*, die sogenannten Chälazen oder Hagelschnüre, die eine nach dem spitzen, die andere nach dem stumpfen Pol der äusseren Schale.⁴ Die Entstehung dieser gedrehten Schnüre erklärt sich auf folgende Weise. Das Albumen wird bei den Vögeln von zahlreichen kleinen keulenförmigen Drüsen abgesondert, welche in der Schleimhaut des Eileiters in spiralig verlaufenden Falten hintereinander geordnet sind. Das ursprünglich feinkörnig getrübe Secret derselben überzieht die Schleimhautoberfläche als continuirliche Schicht, die aus dem Follikel in den Eileiter gelangte Dotterkugel rollt, indem sie durch die spiralig gestellten Falten selbst genöthigt wird, sich in Spiraltouren fortzubewegen, jene Schicht spiralig um sich

auf; die über den Polen des Eies zusammengedrehten Theile der Eiweisschicht bilden die Chalazen. Später lagert sich noch mehr Albumen *A* von geringerer Consistenz auf diesem ersten Niederschlag ab. Die chemische Analyse des Albumens vom Hühnerei hat Folgendes ergeben. Es enthält dasselbe nach LEHMANN⁵ durchschnittlich 13,316 % feste Bestandtheile, darunter 12 % an Natron gebundenes Albumin (Albuminnatron), von anderen organischen Bestandtheilen geringe Mengen Fette und etwa 0,5 % Zucker. Die Mineralbestandtheile bestehen vorwiegend aus Chloralkalien, und zwar hauptsächlich Chlornatrium, geringen Mengen von Phosphorsäure, hauptsächlich an Kalk- und Talkerde gebunden, Spuren von Eisenoxyd und kohlensauren



Alkalien. Das Vorherrschen der Natron- über die Kalisalze, der Chlorverbindungen über die Phosphate dem Dotter gegenüber, in welchem das Umgekehrte stattfindet, erinnert an den gleichen Gegensatz, welchen die Mineralbestandtheile des Blutplasmas denen der Blutzellen gegenüber darbieten. Die Zusammensetzung des Albumens weist unzweideutig auf seine Bestimmung, als Ernährungsmaterial für den Embryo verbraucht zu werden, hin. Um diese Eiweisschicht bildet sich als zweite Hülle die sogenannte Schalenhaut *S*, eine derbe aus faserigem Gewebe bestehende Membran, auf welche endlich die harte brüchige Kalkschale *K* abgelagert wird. Die Entstehung der ersteren war lange Zeit ein Räthsel; H. MECKEL⁶ hat dasselbe gelöst, indem er zur Evidenz bewiesen hat, dass die Schalenhaut nichts Anderes als ein abgelöstes Stück der Eileiter-(Uterin-)Schleimhaut, also ein vollständiges Analogon der eigenthümlichen, als *membrana decidua* bekannten Umhüllung ist, welche, wie später genauer dargelegt werden soll, das menschliche Ei während seiner Entwicklung im Uterus erhält. Den Beweis für diese Herkunft führt MECKEL theils aus der mikroskopischen Structur, indem er in dem faserigen Grundgewebe der Membran Reste von Blutgefäßen und zahlreiche Poren als Reste der Eiweissdrüsen (gleichwie die menschliche Decidua Poren als Reste der Uterindrüsen zeigt) fand, theils aus dem Umstand, dass bei jeder Henne, welche ein mit Schalenhaut versehenes Ei trägt, an einer scharf begränzten ringförmigen Stelle des Eileiters ein Schleimhautverlust deutlich nachweisbar ist.⁷ Die Verkalkung dieser Schalenhaut erfolgt im untersten Ende des Eileiters, welches vermittlest kleiner traubiger Drüsen die hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk bestehende erhärtende Masse absondert.

Die Fortbewegung des Eies durch den Eileiter geschieht wahrscheinlich überall, wo die Eileiterwände mit Muskelfasern ausgerüstet sind, durch diese auf gleiche Weise, wie z. B. die Fortbewegung des

Darminhaltes durch peristaltische Bewegungen der Darmwände. Wo so umfangreiche Gebilde fortzuschieben sind, wie bei den Vögeln, bleibt gar keine andere haltbare Annahme übrig. Bei den kleinen Eichen des Menschen und der Säugethiere dagegen hat man die Verwendung der Muskeln zur Fortbewegung in Zweifel gezogen, und zwar erstens, weil, wie wir sehen werden, an den Eileitern peristaltische Contractionen direct beobachtet worden sind, deren Richtung dem Wege des Eichens entgegengesetzt ist, zweitens, weil bei manchen Säugethieren das Ei so ausserordentlich langsam in der Tuba vorrückt, erst nach 6 Tagen und später im Uterus anlangt. Indessen sind dies keine stichhaltigen Gegenstände, da erstens, wie beim Darm, peristaltische Bewegungen in zwei entgegengesetzten Richtungen möglich sind, zweitens das langsame Vorrücken sich vielleicht dadurch erklärt, dass die Contractionen nur periodisch eintreten, und jedesmal das Eichen nur um eine kleine Strecke weiter schieben. Freilich lässt sich auch die Ansicht derjenigen, welche die Locomotionsorgane in den schwingenden Cilien des Eileiterflimmer-epithels suchen, für die Säugethiere nicht sicher widerlegen, obwohl unseres Erachtens die Kräfte dieser kleinen Gebilde den Widerständen, welche in der Grösse des Eies und dem Geschlossensein der Eileiterröhre gegeben sind, kaum gewachsen sein dürften.

Während nun das Eichen die eben beschriebenen äusseren Veränderungen erleidet, gehen auch in seinem Inneren nach dem Austritt aus dem Follikel Veränderungen vor sich, gleichviel ob es mit Saamen auf seinem Wege durch den Eileiter zusammengetroffen ist, oder nicht. Fassen wir zunächst das Säugethierei in's Auge, so lässt sich darüber Folgendes sagen. Der Eizelleninhalt beginnt selbständig die Reihe derjenigen Umgestaltungen, welche bei vollständiger Durchführung mit der Vollendung des Embryo abschliessen, vermag dieselben aber ohne Mithülfe des Saamens nicht über die ersten Anfänge hinauszuführen; das unbefruchtete Eichen geht auf eine noch nicht näher beobachtete Weise zu Grunde, bevor es noch zur Anlage des Embryo selbst gekommen ist. Wir verdanken den Nachweis des spontanen, von der Befruchtung unabhängigen, wie es scheint, durch die Reife des Eies selbst bedingten Eintritts der Entwicklungsvorgänge BISCHOFF's⁸ trefflichen Forschungen. Warum diese Bildungsthätigkeit, ausser in jenen Ausnahmefällen, wo wahre Parthenogenesis stattfindet, ohne Zutritt von Saamen ihr normales Ziel nicht erreichen kann, sondern in den ersten Stadien erlischt, worin die zur Fortsetzung anregende Einwirkung des Saamens bestehe, wissen wir nicht. Die fraglichen Umgestaltungen der Eizelle selbst wollen wir nicht hier, sondern in der Lehre von der Entwicklung, wo wir sie bis zu Ende verfolgen, im Zusammenhang erörtern, daher nur andeutungsweise so viel, dass unmittelbar nach dem Austritt des Eichens aus dem Follikel die Dottermasse sich um einen centralen Kern als selbständige Zelle constituirt und nun eine mit dem Namen Furchungsprocess bezeichnete Vermehrung der einfachen Zelle durch fortschreitende Theilung beginnt. Weiter als bis zu den ersten Stadien dieser Dotterzerklüftung pflegt das

unbefruchtete Ei nicht vorzurücken, es geht zu Grunde, lange bevor dieselbe mit der Bildung einer geordneten Masse kleiner Zellen, der Bausteine des Embryo, ihr Ende erreicht hat.

¹ PANK (*Entd. einer organ. Verbindung zwischen Tuba u. Eierstock beim menschlichen Weibe bald nach der Conception*, Leipzig 1843) liess sich durch einen Sectionsbefund zu der Behauptung verleiten, dass der Uebergang des Eichens in den Eileiter durch eine regelmässige zeitweilige Verwachsung von Tuba und Eierstock mittelst organisirter Exsudate gesichert werde. In dem von ihm beobachteten Falle hatte jedenfalls eine durch Entzündung verursachte pathologische Bildung von Pseudomembranen stattgefunden. — ² Bei Thieren ist noch viel weniger eine Verirrung der Eichen in die Bauchhöhle beobachtet worden. KEBER erzählt in seiner an Curiositäten reichen Schrift: *de spermatozoorum introitu in ovula*, Königsberg 1853, dass er bei Kaninchen fast regelmässig, wohl in 80 Fällen, die Eichen in die Bauchhöhle verirrt an der Aussen- seite der Tuben oder Uterushörner haftend getroffen habe. Diese KEBER'schen Eier bestehen aus einer von Bindegewebe, glatten Muskeln, reichlichen Capillaren, Fettzellen u. s. w. gebildeten äusseren Hülle, deren innere Oberfläche mit Flimmerepithel austapeziert ist, während im Centrum ihrer Höhle ein maulbeerförmiger, flimmernder, um sich selbst drehender Körper von KEBER als Dotter beschrieben wird! So monströse Behauptungen bedürfen kaum der Kritik, so gross auch die Energie, mit welcher KEBER diese Schleimhautbläschen als Eier zu vertheidigen sich bemüht hat. — ³ Vergl. BISCHOFF, *Entw. des Kanincheneies*, Taf. II—VII. — ⁴ Die Chalazen drehen sich während der Bebrütung allmählig auf, wozu sie in Folge der entgegengesetzten Windung sehr geneigt sind. Durch diese Aufdrehung wird es dem Dotter möglich, seinem specifischen Gewicht zu folgen und zu dem obersten Punkt der Schale aufzusteigen, um der Quelle der Brutwärme am nächsten zu sein. Ebenfalls in Folge der specifischen Gewichtsverhältnisse geschieht es, dass stets das eigentliche Eichen *E* den obersten Punkt des gelben Dotters bildet, mithin die zu seiner Entwicklung nothwendige Wärme aus erster Hand empfängt. — ⁵ LEHMANN, *Lehrb. d. phys. Chemie*, Bd. II. pag. 311. — ⁶ H. MECKEL, *die Bildung der für part. Furch. bestimmten Eier etc.*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. III. pag. 420. — ⁷ LEUCKART a. a. O. pag. 894 erklärt sich mit MECKEL's Deutung der Schalenhaut des Vogeleies nicht einverstanden; sein einziger Gegengrund, einige chemische Reactionen, welche für die Gegenwart von „Chitin“ in dieser Membran sprechen sollen, ist durchaus nicht stichhaltig. — ⁸ BISCHOFF, *Beweis der von der Begattung unabhängigen Reifung u. s. w.*

§. 275.

Revolution des menschlichen Weibes. Im 49.—50. Lebensjahre verliert die Frau ihre Functionsfähigkeit im Haushalt der Gattung, sie wird zur Matrone. Der Eierstock stellt seine periodische Thätigkeit ein, und damit sind alle übrigen geschlechtlichen Einrichtungen und Thätigkeiten unnütz geworden; wie die erste Menstruation das Signal der eingetretenen Geschlechtsreife war, so bezeichnet der letzte Blutabgang aus den Genitalien die letzte Eilösung, das Ende des Geschlechtslebens. Die Veränderungen des Organismus in dieser Revolutionsepoche sind nicht so auffallend als die der geschlechtlichen Evolutionsepoche; eine Menge in letzterer zur Ausbildung gekommener geschlechtlicher Eigenthümlichkeiten erhalten sich unverändert, auch nachdem sie werthlos geworden sind, bis zum Ende des individuellen Lebens fort. So behält das weibliche Becken seine Form, es erhalten sich die beschriebenen relativen Grössenverhältnisse der einzelnen Körperabtheilungen, der Kehlkopf behält seine kleinen Dimensionen u. s. w. Indessen giebt sich die beendete Activität doch deutlich genug besonders in den eigentlichen Geschlechtsapparaten, vor Allem den Keimdrüsen, durch eine

Vernachlässigung ihrer Ernährung zu erkennen. Die Ovarien verkümmern, schrumpfen zusammen, zeigen keine hervorragenden prall gefüllten Follikel mehr, auch die im Innern noch vorhandenen Follikelanlagen gehen bald zu Grunde. Nicht selten nimmt die Rückbildung einen pathologischen Charakter an, die Follikel verwandeln sich in Cysten, welche zuweilen eine enorme Grösse erreichen. Auch der Uterus wird kleiner, fester, seine Schleimhaut zeigt keine deutlichen Drüsen mehr; wie in den Ovarien, so treten auch im Uterus zuweilen pathologische Neubildungen, Fibroide oder Carcinome in dieser Epoche auf. Die äusseren Genitalien atrophiren ebenfalls in gewissem Grade; das Fettpolster der grossen Schamlippen schwindet, sie werden schlaff und klaffen auseinander, die Schamhaare fallen aus, die Scheide wird bisweilen der Sitz profuserer Schleimabsonderungen, die Brüste verlieren ihre Fülle und Rundung in Folge der Schrumpfung der Milchdrüsen, wenn diese nicht durch übermässige Fettablagerung compensirt wird; auch die Brüste werden nicht selten von carcinomatösen Wucherungen ergriffen. Selbst dem Gesicht prägt sich schnell nach dem Aufhören der Zeugungsfähigkeit der Habitus der Matrone auf. In welcher Weise der Stoffwechsel Modificationen erleidet, ist noch nicht mit befriedigender Schärfe eruirt, dass für denselben der Wegfall der Zeugungsausgaben aus dem Budget nicht indifferent ist, versteht sich von selbst und spricht sich deutlich in der bekannten Erfahrung aus, dass in den klimakterischen Jahren (so bezeichnet man auch die Zeit der Revolution) häufig allgemeine „dyskratische“ Leiden auftreten, oder, wenn sie schon früher vorhanden waren und während des Geschlechtslebens geschlummert hatten, mit grösserer Heftigkeit wieder hervorbrechen. Besonders ist es die Tuberculose, welche in der Periode der Geschlechtsthätigkeit in Schranken gehalten, nach dem Erlöschen derselben mit verdoppelter Schnelligkeit ihre verderblichen Fortschritte macht. Dass ebenfalls häufig genug krebssige Dyskrasie sich ausbildet und mit besonderer Vorliebe in den invalid gewordenen Generationsapparaten ihren Heerd aufschlägt, wurde schon oben angedeutet.

DRITTES KAPITEL.

VOM MAENNLICHEN GESCHLECHT.

DER SAAMEN.

§. 276.

Morphologie des Saamens. Das männliche Geschlecht wird charakterisirt durch den Besitz des Saamens, *sperma*, d. h. desjenigen specifischen Drüsensecrets, welches bei Berührung mit einem reifen Ei

eines weiblichen Individuums gleicher Art und Zumischung zu dem Dotter dieses Eies unter geeigneten Verhältnissen dasselbe zur vollständigen Durchführung jener Umgestaltungen, deren Endresultat ein reifer Embryo ist, befähigt und erregt.

Der Saamen des Menschen im reinen Zustande, wie er aus dem secernirenden Hodenparenchym in die Saamenleiter übertritt, stellt eine weissliche, zähe, fadenziehende, geruchlose Flüssigkeit von hohem specifischen Gewicht, neutraler oder alkalischer Reaction dar, welche an der Luft zu einer hornartig durchscheinenden Masse vertrocknet. Der aus der Harnröhre ejaculirte Saamen verdankt einige abweichende Eigenschaften gewissen Beimengungen, welche er auf seinem Wege aus accessorischen Drüsenapparaten erhalten hat. Er sieht weniger weiss aus, ist mehr durchscheinend, reagirt stärker alkalisch und zeigt einen eigenthümlichen Geruch, welchen man gewöhnlich mit dem gefeilter Knochen- oder Hornspähne vergleicht. Unmittelbar nach der Ejaculation nimmt er eine äusserst zähe, gallertartige, klebrige Beschaffenheit an, wird jedoch einige Zeit darauf an der Luft dünnflüssiger.

Der Saamen ist keine homogene Flüssigkeit, sondern eine Emulsion zahlloser eigenthümlich geformter, beweglicher histiologischer Elemente, der Saamenfäden, in einer zähen Zwischenflüssigkeit¹, der Saamenflüssigkeit. In dem unvermischten Hodensecret ist die Menge der Formelemente so beträchtlich, dass die Zwischenflüssigkeit nur durch chemische Agentien, welche sie verändern (coaguliren) wahrnehmbar gemacht werden kann, während der ejaculirte Saamen, durch den Zutritt von Flüssigkeit verdünnt, eine geringere relative Anzahl von Saamenfäden enthält. Bei manchen niederen Thieren soll der Saamen nur aus Saamenfäden bestehen, alle Zwischenflüssigkeit entbehren, eine Behauptung, welche indessen wohl als Uebertreibung anzusehen ist. Die weisse Farbe des Saamens rührt von den suspendirten Saamenfäden her, wie die weisse Farbe der Milch von den suspendirten durchsichtigen, stark lichtbrechenden Milchbläschen.²

Die Saamenfäden, Saamenkörperchen, früher fälschlich Saamenthierchen, Spermatozoen oder Spermatozoiden genannt, zeigen beim Menschen folgende Gestalt (ECKER, *l.c.*, *Taf.* XXI, *Fig.* 1 und 2). Man unterscheidet an ihnen einen dickeren Theil, den Körper (Kopf) und einen langen fadenförmigen Anhang, den Faden oder Schwanz. Der Körper ist mandelförmig, so dass er auf der Fläche liegend eiförmig mit breitem stumpfen Hinterrande und schmalerer Spitze erscheint, auf dem Rande liegend dagegen ein schmales, vorn und hinten abgerundetes Stäbchen darstellt. Auf der Fläche liegend erscheint der Körper blass, matt contourirt, auf dem Rande liegend dagegen stark glänzend mit dunklen breiteren Contouren. Nach KOELLIKER beträgt seine Länge 0,0016—0,0024''', seine Breite 0,0008—0,0015''', seine Dicke 0,0005—0,0008'''. Ob dieser Körper solid oder ein mit Flüssigkeit gefülltes Bläschen, ist direct noch nicht entschieden; noch viel weniger lässt sich etwas von einer feineren inneren Structur sagen, so vielfach eine solche behauptet worden ist.

Das einzige objectiv Wahrnehmbare ist ein sehr häufig in der Mitte der Fläche des Körpers sich zeigender heller rundlicher Fleck, ob derselbe aber der optische Ausdruck eines im Inneren enthaltenen kernartigen Gebildes, oder einer napfförmigen Vertiefung der Oberfläche sei, hat noch nicht ermittelt werden können. In früheren Zeiten hat man nicht allein diesem Fleck abenteuerliche Deutungen, bald als Saugnapf, bald als Magen des vermeintlichen Thierchens gegeben, sondern auch ausserdem von wunderbaren Organisationsverhältnissen desselben gefabelt. Der Faden oder Schwanz beginnt am Körper mit einer von letzterem abgeschnürten mässigen Anschwellung, und verjüngt sich von da nach hinten mehr und mehr, bis er in Folge seiner Feinheit sich der Wahrnehmung entzieht. Je mehr die Leistungen der Mikroskope vervollkommenet worden sind, desto länger sind die Fäden geworden, d. h. desto weiter hat man sie verfolgen können; mit unseren jetzigen Instrumenten erscheinen sie etwa 0,02''' lang, ob wir das letzte Ende wirklich sehen, lässt sich nicht gewiss behaupten.⁵

Der Saamen behält durch die ganze Thierreihe hindurch die beschriebenen wesentlichen Merkmale, enthält überall eigenthümliche Formelemente, welche zwar sehr mannigfache Formverschiedenheiten, aber doch bei der Mehrzahl der Thiere im Allgemeinen dieselbe fadenförmige Grundform mit verdicktem Vorderende zeigen. Wir kennen keinen Saamen ohne Saamenkörperchen, wobei freilich zu erwähnen ist, dass bis jetzt auch die Gegenwart solcher Formelemente das einzige charakteristische Merkmal ist, welches uns eine Flüssigkeit als Saamen zu erkennen gestattet, demnach immerhin möglich bleibt, dass bei gewissen niederen Thieren, bei welchen derartige Formelemente noch nicht nachgewiesen sind, eine davon freie Saamenflüssigkeit existirt. Jede Thierart besitzt eine ihr eigenthümliche Saamenfädenform, wenn sich auch die Abweichungen von denen anderer, besonders nahe verwandter Thierarten, oft nur auf geringe Dimensionsunterschiede des Körpers oder Schwanzes reduciren; häufig genug sind indessen die Abweichungen sehr auffallend. Die specifische Form der Saamenfäden steht offenbar in ursächlichem Zusammenhange mit der specifischen Leistungsfähigkeit des Saamens, mit anderen Worten die Thatsache, dass der Saamen einer bestimmten Thiergattung ausschliesslich Eier derselben Gattung zu befruchten im Stande ist, und somit stets die Bildung eines neuen Individuums genau von der Beschaffenheit der Aeltern veranlasst, kann nur aus einer specifischen Eigenthümlichkeit des Saamens jeder Art, welche in der specifischen Form der Saamenfäden besteht, oder wenigstens in dieser ihren Ausdruck findet, erklärt werden. Wir können nur einen flüchtigen Blick auf den Formenreichthum der in Rede stehenden Gewebselemente werfen; die wichtigsten Formen in der Classe der Wirbelthiere sind trefflich dargestellt von ECKER, *loc. cit.*, *Taf. XXI, Fig. 3—6*. Die Saamenfäden der Säugethiere stimmen mit den menschlichen nahe überein, indem alle einen kurzen abgeplatteten Körper und einen mässig langen Faden besitzen. Eine auffallende Gestalt zeigt bei manchen Gattungen der Körper; so erscheint er z. B. bei der Ratte und Maus im

Profil sichelförmig, indem er die Form eines flachen mit der Spitze übergebogenen Blattes mit stark hervorspringender scharfer Mittelrippe besitzt; bei dem Maulwurf ist er löffelförmig mit hakenförmig umgeschlagener Spitze des Löffels. Der Faden ist verhältnissmässig am längsten bei den Murinen; bei der Ratte misst er 0,08''''. Die Saamenfäden der Vögel zeichnen sich durch ihren langgestreckten drehrunden Körper aus, welcher entweder die Form eines geraden, vorn und hinten abgerundeten Stäbchens hat, oder nach vorn und hinten zugespitzt und flach korkzieherartig gewunden ist (Singvögel). Der Faden erreicht bei den Fringilliden eine ausserordentliche Länge, bei *Fringilla caelebs* misst er 0,17''''. Bei den Amphibien finden wir theils die eben beschriebenen zwei Formen der Vögelsaamenfäden wiederholt, so beim Frosch den geradgestreckten cylindrischen Körper, bei *Pelobates fuscus* die Korkzieherform, theils aber sehr originelle, einzig dastehende Formen. Bei den Salamandern und Tritonen⁴ ist der Faden einseitig seiner ganzen Länge nach mit einem flossenartigen, glashellen membranösen Saum besetzt, welchen LEUCKART als Duplicatur einer zarten, durch Wasserzusatz allenthalben abhebbaren Umhüllungshaut (Epidermis) des Saamenfadens betrachtet. Diese eigenthümliche Bildung ist erst neuerdings durch POUCHET und insbesondere CZERMAK richtig erkannt worden, während man früher nach SIEBOLD das später zu beschreibende Phänomen der steten wellenförmigen Bewegung dieses Saumes irrigerweise durch einen vermeintlich zurückgebogenen und um den Körper spiralig aufgewundenen Faden hervorgebracht werden liess; neuerdings hat SIEBOLD selbst für die Saamenfäden von *Bombinator igneus* die Gegenwart einer solchen undulirenden Membran erwiesen. Bei den Fischen treffen wir zwei Hauptformen der Saamenfäden, die der Haie, Rochen und Plagiostomen gleichen denen der Vögel, indem sie einen langgestreckten cylindrischen, zum Theil korkzieherartig gewundenen Körper haben, die der Knochenfische dagegen sind stecknadelförmig mit kugligem Körper und langen ausserordentlich feinen Fäden.

Bei den wirbellosen Thieren begegnen wir einerseits den einfachsten Formen, andererseits aber auch den eigenthümlichsten Abweichungen. Zu ersteren gehören z. B. die einfachen langen, haarartigen Fäden der Hexapoden, bei welchen keine scharfe Trennung von Körper und Schwanz besteht, als ersterer nur das allmählig etwas an Dicke zunehmende eine Ende des Fadens betrachtet werden kann. Bei einer grossen Menge von Arten finden sich Bildungen, die vollkommen den gewöhnlichen Formen der Wirbelthiere entsprechen, die wir nicht näher beschreiben und registriren wollen. Dagegen scheint es uns wichtig, einigen der abweichenden Formen und gewissen dieselben betreffenden streitigen Punkten eine kurze Betrachtung zu widmen. Bei manchen niederen Thieren hat man früher allgemein die Saamenkörperchen verkannt, die Mutterzellen, aus denen sie auf später zu erörternde Weise entstehen, für sie selbst gehalten. So beschrieb SIEBOLD früher die Saamenkörperchen der Aranaeen als kuglige oder nierenförmige kernhaltige Zellen, bis R. WAGNER und LEUCKART erwiesen, dass die

eigentlichen Saamenkörperchen erst aus dem sogenannten Kern dieser Zellen hervorgehen, indem derselbe zu einem langen cylindrischen Körper mit kurzem haarfeinen Schwanzanhang sich umgestalte. Aehnlich verhält es sich mit den Myriapoden, bei denen das Saamenkörperchen aus dem Kern der fälschlich dafür gehaltenen Bildungszelle als federhutförmiges Körperchen hervorgeht. Vielleicht gehören hierher auch die bei den Crustaceen, insbesondere den Decapoden, sich findenden wunderbaren Gebilde, welche von KOELLIKER⁵, dem wir ihre sorgfältige Untersuchung verdanken, mit dem Namen Strahlencellen belegt worden sind. Die Saamengänge dieser Thiere enthalten in grosser Anzahl zellenartige kernhaltige Gebilde mit einer verschiedenen Anzahl meist von einem Ende der Zellen ausgehender strahlenartiger Anhänge. KOELLIKER hat mehr als wahrscheinlich gemacht, dass auch hier die ganzen Zellen nur als Bildungszellen, als Saamenfäden aber nur die strahligen, hornartigen Anhänge aufzufassen sind. Es ist zwar, wie wir bei der Genese der Saamenfäden sehen werden, die Entwicklung und das Freiwerden jener Anhänge aus den Urzellen noch nicht mit wünschenswerther Genauigkeit erforscht, allein das Auffinden freier haarförmiger Fäden neben den Strahlencellen in den Saamenleitern mancher Decapoden, z. B. *Dromia Rumph* (KOELLIKER) spricht entschieden für die aufgestellte Deutung. Ein für die Lehre von der Befruchtung bedeutungsvoller Streit hat sich über die Saamenkörperchen der Ascariden⁶ erhoben. Diejenigen Gebilde, welche zuerst NELSON bei *Ascaris mystax* als solche bezeichnete, indem er zugleich ihren Eintritt in das Ei beobachtete, sind von BISCHOFF mit Bestimmtheit als Epithelialzellen des weiblichen Eileiters gedeutet und diese Deutung abermals vertheidigt worden, nachdem MEISSNER nicht allein NELSON's Beobachtungen im Wesentlichen bestätigt, sondern auch durch directe Verfolgung der Entwicklung jener fraglichen Gebilde ihre Bedeutung als Saamenkörperchen mehr als wahrscheinlich gemacht hatte. Vor Kurzem ist auch ALLEN THOMPSON mit neuen Beobachtungen auf die Seite NELSON's und MEISSNER's getreten, so dass ich bei unbefangener Kritik der beiderseits vorgebrachten Beweise und nach eigenen Anschauungen nicht anstehe, die NELSON'schen Spermatozoiden als wirkliche Saamenkörperchen anzuerkennen. Wir kommen auf dieselben bei der Lehre von der Entstehung der Saamenfäden und der Befruchtung zurück; hier nur so viel, dass die in Rede stehenden Gebilde in vollkommen entwickeltem Zustande, welchen sie meist erst innerhalb des weiblichen Eileiters erreichen, als glänzende, kegelförmige Cylinderchen etwa von der Gestalt eines Bechers oder Probirgläschens erscheinen, mit einem geschlossenen rundlichen Ende und einer offenen breiteren Basis, an welcher sich regelmässig ein Häufchen feinkörniger Substanz anheftet.

¹ Ausführliche Beschreibungen und Abbildungen der Saamenfädenformen in der Thierreihe finden sich an folgenden Orten: R. WAGNER, *Fragmente zur Physiol. der Zeugung*, Abhandl. der k. Bayer'schen Akad. Bd. II. 1836; die *Genesis der Saamenthierchen*, MUELLER's Arch. 1836; WIEGMANN's Arch. 1836—1838, *Ic. phys.*, Taf. I; V. SIEBOLD, *Beobachtungen über die Spermatozoen d. wirbellosen Thiere*, MUELLER's

Arch. 1836 u. 1837; A. KOELLIKER, *Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverschiedenheiten u. d. Saamenflüss. wirbell. Thiere*, Berlin 1841, u. *die Bildung der Saamenfäden in Bläschen als allgem. Entw.-ges. dargestellt*, Neuchatel 1846 (*Neue Denkschrift der Schweiz. Ges. f. Naturw.* 1847, Bd. VIII. pag. 3); R. WAGNER u. LEUCKART, *Art.: Semen* in *Todd's Cyclop. of Anat. and Phys.* Bd. IV; LEUCKART, *Art.: Zeugung*, pag. 827. — ² KOELLIKER, *die Bildung der Saamenfäden u. s. w.* pag. 63; REICHERT, *Beiträge zur Entwicklungsgesch. d. Saamenkörperchen bei den Nematoden*, *MUELLER'S Arch.* 1847, pag. 88, hebt hervor, dass bei *Ascaris* und *Strongylus* der Inhalt der männlichen Geschlechtsröhren ganz ausschliesslich von den Formelementen des Saamens eingenommen werde. — ³ Früher nahm man allgemein neben den eigentlichen Saamenfäden noch andere Formelemente im Saamen an. R. WAGNER beschrieb als regelmässige Bestandtheile kleine runde granulirte Kügelchen oder Bläschen unter dem Namen Saamenkörnchen, *granula seminis*, welche indessen jedenfalls nichts Anderes als sogenannte Schleimkörperchen sind, welche sich von den Schleimhäuten und schleimigen Secreten dem Saamen auf seinem Wege beimengen. Der reife Saamen enthält nur Saamenfäden; in der Keimdrüse selbst finden sich ausser ihnen noch die Entwicklungszellen derselben in verschiedenen Stadien. Bei manchen wirbellosen Thieren enthält der Saamen diese Bildungszellen selbst noch bei seinem Austritt aus den männlichen Organen; bei den Ascariden z. B. scheint die vollständige Reifung, die Ausbildung und das Freiwerden der Saamenfäden regelmässig erst innerhalb der weiblichen Leitungsorgane stattzufinden. — ⁴ Vergl. POUCHET, *Théorie posit. de l'ovulat. etc.*, pag. 311, *Taf. XVIII, Fig. 7—10*; CZERMAK, *über die Saamenfäden der Salamander u. Tritonen*, *Ztschr. f. wiss. Zoologie*, Bd. II. pag. 350; v. SIEBOLD, *über undulirende Membranen*, ebendas. pag. 356; LEUCKART a. a. O. pag. 831. — ⁵ KOELLIKER, *Beiträge zur Kenntniss etc.* pag. 1, und *die Bildung d. Saamenf.* pag. 26, *Taf. III, Fig. 36*. — ⁶ Vergl. REICHERT a. a. O.; NELSON, *on the reproduct. of Ascaris mystax*, *Philosoph. Magaz.* August 1851, *Philosoph. transact. for the year 1852*, Part II. pag. 563; BISCHOFF, *Widerlegung des von KEBER bei den Najaden und von NELSON bei den Ascariden behaupteten Eindringens d. Spermatoz. in das Ei*, Giessen 1854, pag. 22; *Bestätigung des von NEWPORT bei den Batrachiern etc.*, Giessen 1854, pag. 9; MEISSNER, *Beobacht. über das Eindringen der Saamenelemente in den Dotter*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VI. pag. 208; BISCHOFF, *über Ei- u. Saamenbildung u. Befruchtung bei Ascaris mystax*, ebendas. pag. 377; ALLEN THOMPSON, *über die Saamenkörperchen u. Eier u. die Befruchtung von Ascaris mystax*, ebendas. Bd. VIII. pag. 425.

§. 277.

Die Bewegungen der Saamenfäden.¹ Die auffallendste Eigenthümlichkeit der Saamenfäden ist ihre Bewegungsfähigkeit, welche mit wenigen Ausnahmen allen Formen derselben eigen ist; jeder Saamenfaden zeigt, so lange er sich unter geeigneten Bedingungen befindet, unter dem Mikroskop regelmässige rhythmische Bewegungen, verschiedene Arten von Lage- und Gestaltveränderungen seiner Theile, durch welche secundär bei der Mehrzahl Ortsbewegung hervorgebracht wird. Da sich herausgestellt hat, dass diese Saamenfadenbewegungen einige Zeit nach der Entfernung des Saamens aus der Keimdrüse erlöschen, wie die Erregbarkeit des ausgeschnittenen Nerven, da ferner ermittelt worden ist, dass der Saame nur so lange befruchtungskräftig ist, als seine Formelemente sich noch bewegen, so hat man neuerdings wieder den vitalen Ursprung des Phänomens betont, und KOELLIKER die Bewegungsfähigkeit schlichthin als „Vitalität“ der Saamenfäden bezeichnet, ein Ausdruck, welcher die Natur und Ursachen der Bewegungen nicht erklärt, sondern nur richtig ist, wenn er andeuten soll, dass die physikalischen Bedingungen derselben nur unter dem Einfluss des Lebens zu Stande

kommen, von einer bestimmten durch die Lebensprocesse gebildeten und unterhaltenen Beschaffenheit der beweglichen Gebilde selbst und der Flüssigkeit abhängig sind. In früherer Zeit waren es diese Bewegungen, welche den allgemeinen Irrglauben hervorriefen und hartnäckig unterhielten, dass die Formelemente des Saamens mit willkürlichem Bewegungsvermögen begabte Thiere seien; man nannte sie daher Saamenthierchen, suchte nach thierischer Organisation in ihnen, vindicirte ihnen Urzeugung, indem man sie mit Infusionsthierchen in eine Kategorie steckte, ersann wunderbare animale Rollen für sie bei der Befruchtung, betrachtete sie wohl gar als Homunculi, als die Embryonen der Embryonen, Alles, ohne mit nüchterner Kritik die Beweise für ihre Thiernatur sondirt zu haben. Es blieb KOELLIKER vorbehalten, mit einem vernichtenden Schlage allen diesen Fabeln ein Ende zu machen, den strengen Beweis zu führen, dass die Saamenfäden Gewebselemente, ihre Bewegungen ebensowenig willkürliche Actionen eines Thierorganismus sind, als die Schwingungen eines Flimmerhärchens oder die Contraction einer Muskelfaser, oder die Tänze einer Schwärmspore. Der Beweis liegt in ihrer Entstehung, wir verschieben daher die Führung desselben auf den folgenden Paragraphen.

Die Bewegungen sind verschiedener Art, ihr Modus wird ausschliesslich durch die Form der Saamenfäden bedingt, die Gestalt und Schwere der Köpfe, die Länge der Fäden u. s. w. sind die Momente, welche bestimmend einwirken. Bringen wir einen Tropfen frisch ejaculirten Saamens vom Menschen oder einem Säugethiere unter das Mikroskop, so bemerken wir ein lebhaftes regelloses Durcheinanderwimmeln der dicht gedrängten Saamenfäden, ähnlich, wie wir es beim allgemeinen Ueberblick eines Ameisenhaufens beobachten. Entlehn wir den Saamen unmittelbar aus dem Hoden eines eben getödteten brünstigen Thieres, so sind die Bewegungen meist weniger lebhaft, wenn sie auch nicht immer gänzlich fehlen, wie ANKERMANN fälschlich behauptet hat. Wenden wir unsere Aufmerksamkeit nur einem einzelnen Saamenfaden zu, so sehen wir, dass seine Bewegungen in rhythmischen, wellenförmigen Schlängelungen des Fadens bestehen, durch welche der Körper geradeaus vorwärts geschoben wird. Bei unbefangener Betrachtung vermissen wir an diesen pedantisch regelmässigen Bewegungen jede Eigenthümlichkeit, welche ihnen das Gepräge der Willkürlichkeit aufdrücken könnte. Nie sieht man einen Saamenfaden in Kreisen oder Zickzacklinien umherirren, plötzlich stillstehen, umkehren, bald langsam, bald schnell wandern, sondern immer geradeaus, bis ihm ein Hinderniss den Weg versperrt, immer im gleichen Tempo, wenn nicht nachweisbare retardirende oder beschleunigende Einflüsse, die wir gleich kennen lernen werden, auf ihn einwirken. Im frisch ejaculirten Saamen eines Säugethieres ist die Geschwindigkeit am grössten, und zwar legt nach HENLE's Messungen ein Saamenfaden den Weg von einem Zoll in $7\frac{1}{2}$ Minuten, nach KRAEMER in 9—22 Minuten zurück. Allmähig nimmt die Geschwindigkeit ab, und ebenso die Energie, so dass ein Zeitpunkt eintritt, wo die langsamen trägen Schwingungen des Fadens dem Widerstand des Körpers nicht

mehr gewachsen sind, der Saamenfaden daher an Ort und Stelle bleibt, bis endlich auch die Schwingungen gänzlich erlöschen. Ueber die verschiedenen Bewegungsmodi bei den verschiedenen Formen der Saamenfäden lässt sich folgendes Allgemeine sagen. Ueberall ist der sogenannte Schwanz das active Bewegungsorgan, wo ein Faden fehlt, vermissen wir auch die Bewegung, es sind daher z. B. ebensowohl jene eigenthümlichen federhutartigen Körperchen von Julus, als auch die Strahlencellen der Decapoden unbeweglich. Auch die becherförmigen Saamenelemente der Nematoden hielt man bisher für unbeweglich, und in der That gehen ihnen solche lebhafteste Gestaltveränderungen und Lageveränderungen, wie wir sie bei den Saamenfäden beschrieben, vollständig ab. Dafür beobachtete SCHNEIDER „amöbenartige“ Bewegungen an ihnen, welche, wie bei den räthselhaften Amöben, in sehr langsamen Gestaltveränderungen, wechselndem Auswachsen und Zurückziehen einzelner Fortsätze ihrer Substanz bestehen. CLAPARÈDE bestätigte diese Beobachtung. Wo der Faden vorhanden ist, bestimmt das Verhältniss seiner Länge zum Körper den Modus der Bewegung. Ist der Faden kurz, so führt er nur pendelartige Schwingungen oder einseitige Krümmungen aus, so dass die Locomotion des ganzen Saamenkörperchens einen hüpfenden Charakter annimmt. Je länger der Faden, desto complicirter sind seine Bewegungen, sei es, dass sie in wellenförmigen Schlängelungen nach Art eines an einem Ende angestossenen Seiles bestehen, oder schraubenförmiger Natur sind, wie z. B. bei den Saamenfäden der Singvögel mit korkzieherförmigen Körpern. Bei den eigenthümlichen Saamenelementen der Salamander und Tritonen besteht die Bewegung in einem wellenförmigen Flottiren der flossenartigen Membran von solcher Geschwindigkeit, dass sie den Eindruck des Flimmerns macht.

Bevor wir an die schwierige Frage nach der Natur und den Ursachen der Saamenfadenbewegungen gehen, müssen wir uns eine Grundlage in der Betrachtung der mannigfachen Umstände, welche auf die Bewegungen der Saamenfäden irgend einen Einfluss ausüben, der erfahrungsmässig festgestellten Bedingungen, unter welchen diese Bewegungen erhalten, beeinträchtigt oder gänzlich sistirt werden, schaffen. Es ist hierüber in alten und neuen Zeiten vielfach experimentirt worden, freilich oft von gänzlich falschen Gesichtspunkten aus; manche wichtige Thatsache ist schon älteren Ursprungs; die umfassendsten, gründlichsten Untersuchungen aber sind erst kürzlich von KOELLIKER ausgeführt worden. Die wichtigsten Thatsachen sind folgende. Setzt man zu einem Tropfen Saamen Flüssigkeiten oder Lösungen organischer oder anorganischer Substanzen, so beobachtet man entweder ein mehr weniger schnelles Erlöschen der Bewegungen, oder eine eben so lange Fortdauer derselben, als im unvermischten Saamen, oder auch eine Vermehrung der Energie, ja unter Umständen eine Wiedererweckung der vorher von selbst, oder durch gewisse Agentien zur Ruhe gekommenen Bewegungen. Von wesentlichem Einfluss nicht allein auf die Intensität, sondern auch die Art der Einwirkung ist die Concentration der angewandten Lösungen; es giebt, wie wir sogleich sehen werden, Stoffe, welche, in gewisser Con-

centration angewendet, unschädlich sind, oder sogar günstig wirken, in anderen Concentrationen die Bewegungen mehr weniger stören. Nur bei einer kleinen Anzahl der geprüften Substanzen ist die Art ihres Einflusses auf die Bewegungen ohne Weiteres erklärlich; selbstverständlich heben alle solche Stoffe die Bewegungen auf, welche entweder die Substanz der Saamenfäden nachweisbar chemisch verändern, oder die Zwischenflüssigkeit in der Art umwandeln, dass dieselbe die Bewegungen mechanisch hemmt, wie dies z. B. der Fall ist, wenn das in ihr enthaltene Eiweiss coagulirt wird. Da die Saamenfäden verschiedener Thierclassen sich nicht vollkommen gleich gegen alle Agentien verhalten, wie besonders KOELLIKER erwiesen, so wollen wir zunächst das für die Saamenfäden der Säugethiere Ermittelte erörtern. Reines Wasser, welches man für den indifferentesten Körper halten sollte, hebt die Bewegungen schnell und vollständig auf, augenblicklich, wenn man es auf einmal in Menge zusetzt, nach $\frac{1}{4}$ —1 Minute, wenn man es allmählig zufließen lässt; als nächste Ursache des Stillstandes zeigt sich eine eigenthümliche Gestaltveränderung, fast alle Saamenfäden bilden Oesen, indem der hintere Theil des Fadens schlingenförmig nach vorn umgebogen, oft um den vorderen spiralig aufgerollt ist, wie zuerst von v. SIEBOLD beobachtet worden ist. Die durch Wasser zur Ruhe gebrachten Saamenfäden sind nicht, wie man bisher allgemein annahm, vollständig ihres Bewegungsvermögens beraubt, nicht „todt“, wie man sich fälschlich ausdrückte, sondern können nach KOELLIKER's höchst interessanter Entdeckung durch gewisse Mittel wieder in Bewegung gebracht werden. Dass auch KOELLIKER einen unpassenden Ausdruck gewählt hat, wenn er die durch Wasser beruhigten Saamenfäden „scheintodt“ nennt, werden wir unten zu beweisen suchen. Setzt man zu solchem mit Wasser behandelten Saamen Blutserum, Lösungen von Zucker, Eiweiss, Harnstoff zu 10, 15, 30 $\frac{0}{0}$, concentrirte Lösungen von Glycerin und Amygdalin, von phosphorsaurem Natron (2NaO HO, PO_5) zu 5—10 $\frac{0}{0}$, Kochsalz zu 1—10 $\frac{0}{0}$, Zucker mit $\frac{1}{1000}$ Kali, so rollen sich die zusammengebogenen Fäden wieder auf, und bewegen sich wieder lebhaft, mehr weniger lange, je nachdem die zugesetzte Lösung in der angewandten Concentration an sich den Bewegungen ungünstig oder günstig ist. Von thierischen Flüssigkeiten unterhalten alle diejenigen die Bewegungen, welche nicht durch zu geringe Concentration wie Wasser wirken, oder durch bedeutende Zähigkeit mechanische Hindernisse setzen, oder, wie die stark sauer oder stark alkalisch reagirenden, auf chemischem Wege schädlich wirken. Nimmt man Saamen aus dem Hoden mit ruhenden oder schwach beweglichen Fäden, so ruft Zusatz von Lymphe, Blutserum, Eiereiweiss, *humor vitreus* lebhaft anhaltende Bewegungen hervor. Ganz besonders günstig wirken die Secrete, welche die physiologischen Verdünnungsmittel des Hodensecretes bilden, die Secrete der Saamenblasen, der Prostata, des Uterus masculinus und der COWPER'schen Drüsen, sicher auch die Secrete der weiblichen Leitungswege, wie aus der Thatsache hervorgeht, dass die bei der Begattung übergeführten Saamenfäden in dem Uterus oder dem Eileiter

mehrere Tage lang ihre Bewegungen beibehalten; der saure Vaginalschleim und das sehr zähe Secret des Uterushalses soll die Bewegung aufheben. Speichel wirkt wie Wasser, mag er alkalisch oder sauer reagiren; er bildet Oesen und sistirt die Bewegungen; unschädlich wird er bei Vermehrung seiner Concentration durch Zusatz indifferenter organischer Stoffe. Neutraler oder schwach alkalischer, nicht zu dünner Harn stört die Bewegungen nicht merklich, wohl aber saurer Harn, auch wenn die saure Reaction von saurem phosphorsauren Natron herrührt, und stark ammoniakalischer Harn. Ebenso ist alkalische Milch unschädlich, saure schädlich; frische Galle beeinträchtigt die Bewegungen, weniger wenn man sie concentrirter macht; alkalischer Schleim, sobald er einen mittleren Zähigkeitsgrad nicht überschreitet, hindert die Bewegungen nicht. Eine grosse Anzahl indifferenter organischer Substanzen: Zucker, Harnstoff, Glycerin, Salicin, Amygdalin beeinträchtigt die Bewegungen nicht, wenn sie in Lösungen mittlerer Concentration zugesetzt werden, zu concentrirte Lösungen heben sie auf, zu verdünnte wirken wie Wasser; sind die Saamenfäden durch zu concentrirte Lösungen zur Ruhe gekommen, so stellt eine passende Verdünnung die Bewegungen wieder her. So fand KOELLIKER z. B., dass in Traubenzuckerlösungen von 30 % die Saamenfäden aller Säugethiere stillstehen, in Lösungen von 15 % oder 1060 specifischem Gewicht sich lebhaft bewegen, dagegen wenn das specifische Gewicht auf 1010 sinkt, unter Oesenbildung zur Ruhe kommen. Wunderbarerweise wirken Lösungen von Gummi, Dextrin, Pflanzenschleim in hohem Grade schädlich, mögen sie verdünnt oder concentrirt angewendet werden, die Saamenfädenbewegung erlischt unter Oesenbildung wie in reinem Wasser; KOELLIKER erklärt diese auffallende Thatsache durch die nicht unwahrscheinliche, auch anderweitig gestützte Hypothese, dass die genannten Stoffe in Wasser gar keine wahren Lösungen bilden, sondern nur aufquellen, so dass bei ihrer Zusammenkunft mit Saamenfäden zunächst nur das Wasser zur Wirkung kommt. In früherer Zeit, wo man die Spermatozoen entschieden für Thiere hielt, hat man wiederholt mit narkotischen Stoffen experimentirt, in der Voraussetzung, dass dieselben ihre Bewegungen, wie alle wirklichen durch erregte Nerven bewirkte Muskelbewegungen, lähmen müssten. Man fand nun zwar, dass z. B. Opiumtinctur die Bewegungen augenblicklich aufhob, und trug sogar kein Bedenken, dies dem Opium, nicht dem Weingeist zuzuschreiben, mithin den Erfolg als Beweis für die thierische Natur der Saamenfäden zu betrachten; allein weitere Versuche haben herausgestellt, dass die Narkotica in wässriger Lösung unschädlich sind, wenn diese Lösung nicht durch zu starke Verdünnung wie Wasser wirkt. Als schädliche organische Substanzen sind zu nennen: Alkohol, Aether, Chloroform, Kreosot, Gerbsäure, Essigsäure, nach KOELLIKER auch die ätherischen Oele. Von besonderem Interesse ist das Verhalten der anorganischen Salze gegen die Saamenfäden, welches ebenfalls zuerst von KOELLIKER genauer erforscht worden ist. Metallsalze sind im Allgemeinen schädlich, sie hemmen die Bewegungen, wenn sie nicht in verschwindend geringer Menge, mit

indifferenten concentrirten Lösungen vermengt, angewendet werden. Sublimat schadet noch, wenn nur $\frac{1}{10,000}$ einer Zuckerlösung zugesetzt worden ist. Alle neutralen Alkali- und Erdsalze unterhalten, wenn sie in Lösungen von bestimmter Concentration angewendet werden, die Bewegungen, oder bringen auch ruhende Saamenfäden in neue Bewegung, eine Beobachtung, welche für phosphorsaures Natron und die kohlen-sauren Alkalien zuerst von MOLESCHOTT und RICCHETTI gemacht worden ist. Der günstige Concentrationsgrad ist bei verschiedenen Salzen verschieden; so wirken von den Chlor- und salpetersauren Alkalien Lösungen von 1 % am günstigsten, während in solchen von 2—3 % oder von $\frac{1}{2}$ % nur vereinzelte schwache Bewegungen bemerkbar sind; phosphorsaures und schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia und Chlorbaryum dagegen bedürfen einer Concentration von 5 %, um günstig zu wirken, während Lösungen über 10 % und unter 2 % hier absolut schädlich sind. Die kohlen-sauren Alkalien erregen in Lösungen von 1—3 % sehr energische, lebhafte, aber nur wenige Minuten anhaltende Bewegungen. Von allen Salzen, welche in gewissen Concentrationen günstig wirken, verhalten sich verdünntere Lösungen wie Wasser, hemmen die Bewegung unter Oesenbildung, doch so, dass dieselbe durch Zusatz stärker concentrirter Lösungen des betreffenden Salzes (oder auch concentrirter indifferenten Stoffe) wieder hervorgerufen wird. Umgekehrt lassen sich die Bewegungen, wenn sie durch zu concentrirte Lösungen sistirt worden sind, durch Verdünnung mit Wasser wieder erwecken. Mineralsäuren wirken in hohem Grade ungünstig auf die Saamenfäden, Salzsäure z. B. noch, wenn sie zu $\frac{1}{5200}$ einer günstigen Zuckerlösung zugesetzt wurde. Ebenso sind die sauren Salze schädliche Agentien. Dagegen sind die kaustischen Alkalien wahre und kräftige Erreger nach KOELLIKER's Entdeckung, indem sie zur Ruhe gekommene, durch kein anderes Mittel mehr erweckbare Saamenfäden wieder in die lebhafteste Bewegung bringen. Setzt man reine Alkalilösungen zu Saamen, so dauert diese wiedererweckte Bewegung nur äusserst kurze Zeit, um so kürzer, je concentrirter die Lösung, da die erregende Wirkung derselben mit einer chemischen Zersetzung der Saamenfädensubstanz Hand in Hand geht. KOELLIKER giebt an, dass die Erscheinung bei 1—5 % Lösungen am besten zu beobachten ist, doch auch 40—50 % Lösungen oft noch sehr schön wirken; am lebhaftesten sind die wiedererweckten Bewegungen, wenn sie vorher in günstigen Lösungen indifferenten Stoffe zur Ruhe gekommen sind, doch werden sie auch dann noch durch kaustische Alkalien neu erregt, wenn sie durch zu concentrirte Salzlösungen, nicht aber, wenn sie durch Wasser sistirt waren. Setzt man Aetzkali in äusserst geringen Mengen ($\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{2000}$) zu günstigen Zuckerlösungen, so erhält man eine Flüssigkeit, in welcher die Saamenfädenbewegungen sich ausserordentlich lange und lebhaft erhalten, länger als in der gleichen Zuckerlösung ohne Kali. Natron und Ammoniak verhalten sich in jeder Beziehung wie Kali. Dies sind die wichtigsten die Saamenfäden der Säugethiere betreffenden Thatsachen. Was die übrigen Thiere anlangt, so hat KOELLIKER mit den Saamenfäden

einzelner Repräsentanten der Vögel, Amphibien und Fische vergleichende Versuche angestellt und gefunden, dass die der Vögel fast vollkommen mit denen der Säugethiere übereinstimmen, die der Amphibien (Frosch) und Fische dagegen sich dadurch unterscheiden, dass die günstigen Concentrationsgrade der Salze weit niedriger liegen, Wasser daher auch weit weniger schädlich einwirkt, als bei den Säugethieren.

Wir wenden uns nun zur Erörterung der äusserst diffcilen Frage nach der Natur dieser Bewegungen, nach den Kräften, welche sie hervorbringen, nach der Quelle dieser Kräfte und dem Wesen der eben beschriebenen förderlichen und hinderlichen Wirkungen äusserer Agentien. Endgültige, exacte Antworten sind leider noch unmöglich; sehen wir, wie weit wir mit gerechtfertigten Vermuthungen in die Räthsel des wunderbaren Phänomens eindringen können. Die Möglichkeit, dass die Bewegungen thierischer Natur, d. h. willkührliche Actionen thierischer Individuen seien, ist für alle Zeiten aus dem Bereich dieser Betrachtungen gestrichen; als Basis aller Erörterungen dient jetzt der feststehende Satz, dass die Saamenfäden Gewebselemente sind, wie die Muskelfasern, oder die ihnen noch näher stehenden Cilien des Flimmer-epithels. Ich² habe mich bei einer früheren Gelegenheit bemüht, die Anschauung zu rechtfertigen, dass die Saamenfadenbewegung ein thierisch-physikalisches Phänomen sei, höchst wahrscheinlich bedingt durch irgend eine physikalische Wechselwirkung zwischen den genannten Elementen und der sie umgebenden Flüssigkeit, ohne indessen zu wagen, irgend einen bestimmten physikalischen Process als Ursache zu behaupten. ANKERMANN dagegen ist weiter gegangen, indem er durch seine Versuche zu der Ueberzeugung gekommen ist, dass es endosmotische Strömungen seien, von welchen diese Bewegungen hervorgebracht werden. Eine andere Ansicht vertrat LEUCKART, insofern er nicht eine Wechselwirkung mit dem äusseren Medium als Ursache, sondern die Bewegungen als „selbständige“, d. h. als ihre Bedingung eine von einer bestimmten chemischen Constitution abhängige Umsetzung in der Substanz der Saamenfäden ansah. Seit jener Zeit ist durch KOELLIKER'S gründliche Versuche das Material, dessen Interpretation zu der gesuchten Erklärung führen muss, wesentlich verbessert und vermehrt worden. KOELLIKER selbst hat mit vielem Scharfsinn die Resultate seiner Versuche zu verwerthen gesucht, allein mehr zur Widerlegung insbesondere der ANKERMANN'schen Ansicht, als zur Aufstellung einer neuen besser gestützten Hypothese. Seine Ansicht stimmt im Wesentlichen mit der LEUCKART'schen überein, indem auch er „chemische Umsetzungen in der Substanz der Saamenfäden, durch welche vielleicht elektrische Kräfte erweckt werden“, als letzte Ursache der Bewegungen vermuthet. Wunderbarerweise glaubt KOELLIKER mit dieser Ansicht in vollstem Gegensatz zu denen, welche das Phänomen als ein physikalisches betrachten, d. h. zu ANKERMANN und mir, zu stehen, und drückt diesen Gegensatz dadurch aus, dass er die Bewegungen der Saamenfäden als „vitale“ bezeichnet, als ob es irgend eine Lebenserscheinung gäbe, die nicht physikalisch oder chemisch wäre, als ob die Contraction einer Muskelfaser, oder die

Schwingung eines Flimmerhaares, selbst wenn sie nur durch innere Ursachen zu Stande käme, nicht auch ein physikalisches Phänomen wäre, als ob mit dem Ausdruck „physikalisch nothwendig“ die Entstehung der Bewegung durch von aussen einwirkende physikalische Kräfte bezeichnet wäre. Wir wollen nicht über die Anwendbarkeit des Ausdruckes „vital“ überhaupt rechten, selbst nicht über die Definition, die KOELLIKER davon giebt; als Gegensatz zu physikalisch ist er aber sicher nicht am Platze. Wenn KOELLIKER als Ursache der Bewegung durch chemische Umsetzung geweckte elektrischen Kräfte vermuthet, so giebt er selbst eine physikalische Erklärung; wenn eine Muskelfaser auf Reizung ihres Nerven sich contrahirt, so nenne ich dies ein physikalisches Phänomen, weil ich mir die Einwirkung des Nerven als in einem physikalischen Agens bestehend denke. Wenn KOELLIKER mit der Bezeichnung physikalisch jedesmal die Vorstellung einer von aussen kommenden physikalischen Einwirkung verbindet, so ist die Contraction der Muskelfaser erst recht physikalisch, da sie niemals selbständig durch selbständige innere Umsetzungen, sondern ausnahmslos durch äussere physikalische Kräfte, mögen diese von dem in Erregung befindlichen Nerven ausgehen, oder in irgend welchem äusseren, direct auf den Muskel applicirten Reiz bestehen, zu Stande kommt. Doch genug von dieser Polemik über die allgemeine Bezeichnung; wir mögen dieselbe wählen, wie wir wollen, es handelt sich darum, zu entscheiden, nicht ob die Bewegung vital oder physikalisch ist, sondern ob die Ursache der Bewegung in irgend einer äusseren Einwirkung auf die Saamenfäden, also z. B. in den von ANKERMANN behaupteten endosmotischen Strömen, besteht, oder ob, wie LEUCKART und KOELLIKER meinen, die Quelle der Bewegungskräfte in den Fäden selbst liegt. Meines Erachtens ist keine von beiden Ansichten auch bei dem jetzigen Standpunkt unserer Kenntniss unzweifelhaft zu erweisen oder zu widerlegen; KOELLIKER hat weder jede Aussicht abgeschnitten, die Bewegung von äusseren Momenten abzuleiten, noch einen völlig entscheidenden Beweis für die innere Entstehung der Bewegungskräfte und die specielle Art, wie er sich dieselbe vorstellt, beigebracht. Ich bin durch KOELLIKER's scharfsinnige Erörterung vollkommen überzeugt worden, dass ANKERMANN's Hypothese auf die gewichtigsten Widersprüche in einer Menge der von KOELLIKER ermittelten Thatsachen stösst, obwohl mir nicht alle von ihm gegen die Entstehung der Bewegung durch Endosmose vorgebrachten Einwände stichhaltig und entscheidend dünken. Die erste Bedingung der Endosmose, die Zusammensetzung der Saamenfäden aus einer äusseren Membran und einem flüssigen Inhalt ist zwar nicht direct erwiesen, allein erstens ist sie, wie KOELLIKER selbst zugiebt, nach der Entstehungsweise der Saamenfäden nicht unwahrscheinlich, zweitens dürfte die Annahme einer äusseren Membran auch mit KOELLIKER's Erklärung der Einwirkungen jener verschiedenen Lösungen nicht unvereinbar sein. Der Umstand, dass auch im reinen Sperma oft bewegliche Saamenfäden angetroffen werden, soll darum ein schlagender Einwand gegen ANKERMANN sein, weil im reinen Sperma an eine durch Endosmose auszugleichende Differenz zwischen innerer und äusserer

Flüssigkeit nicht zu denken sei. Die Unmöglichkeit einer solchen Differenz leuchtet mir nicht ein; die Saamenfäden gelangen bei ihrer Befreiung aus den Bildungszellen, in welchen sie unbeweglich sind, in eine äussere Flüssigkeit, in deren Constitution recht wohl Bedingungen für einen endosmotischen Verkehr denkbar sind; auch lässt sich denken, dass diese Bedingungen längere Zeit unterhalten werden, da wahrscheinlich die Wände der Saamenleiter und Saamenblasen dem Saamen auf seinem Wege immer neue Flüssigkeiten zuführen. Weiter wendet KOELLIKER ein, dass die von ihm für die verschiedenen Stoffe gefundenen günstigen und ungünstigen Concentrationsgrade der zugesetzten Lösungen nicht immer den in ANKERMANN'S Sinne vorauszusetzenden Verhältnissen entsprechen, dass die günstigen Concentrationsgrade meist zwischen 1—10 % liegen, die Saamenfäden selbst aber eine Lösung von etwa gleicher Concentration (7—10 % fester Bestandtheile) enthalten, dass insbesondere Wasser, welches den lebhaftesten endosmotischen Strom bedingen sollte, die Bewegungen am schnellsten aufhebt. Es liesse sich zwar im Allgemeinen auch hiergegen erinnern, dass die Intensität endosmotischer Strömungen nicht blos von der Concentration der äusseren und inneren Flüssigkeit, sondern, worauf KOELLIKER selbst später sich stützt, in hohem Grade von der Natur der innen und aussen gelösten Stoffe abhängt, dass ferner die endosmotische Einwirkung des reinen Wassers zu kräftig sei, so dass sie statt fortgesetzter Bewegung sogleich Oesenbildung bewirkt; allein ich bin weit entfernt, einen vollen Einklang der KOELLIKER'schen Thatsachen mit den endosmotischen Verhältnissen behaupten und erweisen zu wollen. Der gewichtigste Einwand ist offenbar der, dass kaustische Alkalien, gleichviel in welcher Concentration sie einwirken, heftige Erreger der Bewegung sind; geschähe diese Erregung blos durch Einleitung eines endosmotischen oder exosmotischen Stromes, so müsste der Grad der Wirkung in einem bestimmten gesetzmässigen Verhältniss zum Concentrationsgrad stehen, was nicht der Fall ist. Endlich bemerkt KOELLIKER mit vollem Recht, dass mit der Annahme der Endosmose als Ursache der Bewegung durchaus noch keine Erklärung gegeben sei, in welcher Weise dieselbe die eigenthümlichen Schlängelungen der Fäden hervorbringen könne. Man könnte zwar NAEGELI'S³ geistreiche Erklärung der Schwärmsporenbewegungen aus zwei entgegengesetzt gerichteten endosmotischen Strömchen als Anhaltspunkt benutzen, allein die Annahme von ungleich über die Oberfläche der Saamenfäden vertheilten endosmotischen Strömen ist in keiner Weise erweisbar, wird durch keinen Umstand gerechtfertigt.

Wenn wir somit zugeben, dass ANKERMANN'S Hypothese nichts weniger als erwiesen ist, so wollen wir nun auf der anderen Seite untersuchen, welche Beweise KOELLIKER für die selbständige Natur, für die innere Quelle der Bewegungen beibringt. Diese Beweise sind nur negativer Art; weil er die Annahme der Endosmose widerlegt zu haben glaubt, und keine andere Art äusserer Einwirkung (Imbibition, Chemismus) als Ursache der Bewegung ihm denkbar erscheint, behauptet er, dass nichts Anderes übrig bleibe, als die Quelle der Bewegungen in die Saamen-

fäden selbst zu verlegen. Nach seiner Ueberzeugung ist die Substanz der reifen Saamenfäden von der Beschaffenheit, dass sie in sich selbst die Bedingungen zu fortwährenden chemischen Umsetzungen enthält, welche, wie schon erwähnt, mittelbar vielleicht durch erregte elektrische Kräfte die Bewegungen hervorbringen. Da diese chemischen Umsetzungen nicht ohne Stoffverbrauch denkbar sind, ist zur Erklärung der Fortdauer der Bewegungen eine Ersatzzufuhr anzunehmen, und diese liefern nach KOELLIKER die Körper der Saamenfäden, welche als Reservoirs für die Fäden dienen. Diese Theorie enthält viele Hypothesen auf einmal, von denen keine erwiesen, mehrere nicht ohne Bedenken sind. Es ist eine willkührliche Annahme, dass die Substanz der Saamenfäden von der Art sei, dass sie nothwendig fortwährend eigene Zersetzung bedinge; das Wenige, was direct über die chemische Constitution derselben ermittelt ist, gewährt dieser Annahme keine Stütze. Wenn KOELLIKER ferner behauptet, es sei in keiner Weise denkbar, wie Endosmose die fraglichen Bewegungen erzeugen könne, so müssen wir behaupten, dass noch weit weniger denkbar ist, wie die chemische Umsetzung dieselben hervorbringen soll; das Räthsel wird um nichts erleichtert durch KOELLIKER'S ebenfalls ohne alle Stütze dastehende Annahme elektrischer Ströme als Vermittler; es ist weder klar, wie und welche elektrische Ströme die Zersetzung erregt, noch wie diese Ströme die Schlängelungen der Saamenfäden in's Werk setzen. An eine Analogie mit Muskelfasern ist nicht zu denken; die Muskeln erleiden zwar eine Zersetzung bei der Thätigkeit, aber so viel wir wissen, ist diese Zersetzung nicht spontan, nicht die primäre Bedingung einer Contraction. Endlich ist auch KOELLIKER'S Vermuthung über den Ersatz des durch die Bewegung verursachten Stoffverbrauches, über eine Ernährung der Fäden von den Körpern aus nicht unbedenklich, der Vergleich mit dem Verhältniss der Flimmerzellen zu den Wimperhaaren nicht stichhaltig. Der Körper der Saamenfäden ist eben keine Zelle, seine Substanz wahrscheinlich dieselbe, wie die der Fäden, folglich denselben Zersetzungen unterworfen. Kurz, wir glauben KOELLIKER und seinen hohen Verdiensten um das thatsächliche Material kein Unrecht zu thun, wenn wir denselben Skepticismus bei der Beurtheilung seiner hypothetischen Erklärung anwenden, mit welchem er gegen ANKERMANN'S Hypothese verfahren ist; es ist seine Anschauung von der Ursache der Saamenfadenbewegung in keinem Punkte erwiesen, und erklärt auch nicht ohne Weiteres das Phänomen.⁴ Wir haben indessen dieser kritischen Betrachtung bereits einen übergrossen Raum gewidmet. Das Resumé derselben lautet unerfreulich genug. Die Ursache der eigenthümlichen Bewegungen, welche die Saamenfäden unter günstigen äusseren Bedingungen zeigen und längere Zeit unterhalten, ist noch völlig unbekannt; es ist noch nicht einmal über alle Zweifel erhoben, wo die Quelle der bewegenden Kräfte zu suchen ist. Sind wir auch weit entfernt, die Möglichkeit einer inneren Quelle derselben zu läugnen, geben wir selbst zu, dass viele der von KOELLIKER erforschten Thatsachen derselben das Wort reden, so fehlt es doch noch an einem entscheidenden Beweis dafür, ja es dürften auch auf der an-

deren Seite Umstände namhaft zu machen sein, welche mehr für eine äussere Quelle der Bewegungen sprechen. Es bleibt eine auffallende Thatsache, dass die Saamenfäden in ihrer unverdünnten Mutterflüssigkeit so wenig beweglich sind, obwohl durchaus nicht erwiesen ist, dass diese Flüssigkeit concentrirter ist, als manche als günstig erwiesene Lösung indifferenten Substanzen. Man sollte erwarten, dass gerade im Hoden, wenn die Quelle der Kräfte wirklich in der chemischen Constitution der Fäden selbst liegt, diese Kräfte am intensivsten, die Bewegungen am lebhaftesten seien. KOELLIKER'S Beobachtungen über die häufigen Bewegungen im reinen Sperma beziehen sich auf Saamen, welcher aus dem Ende des Nebenhodens oder dem Saamenleiter entlehnt war, also von Orten, welche bereits Zuthaten zu der Saamenflüssigkeit und damit Momente, welche vielleicht auf die Saamenfäden bewegungserregend wirken, zu liefern im Stande sind. Eine Erklärung des Phänomens bleibt künftigen Forschungen vorbehalten.

¹ Die wichtigsten Arbeiten über die Bewegungen der Saamenfäden sind folgende: DONNÉ, *nouv. expér. sur les animalc. sperm.*, Paris 1837; *Cours de microscopie etc.* Paris 1845, pag. 290; KRAEMER, *observ. microscop. et exper. de motu spermatozoorum*, Inaug.-Dissert. Göttingen 1842; QUATREFAGES, *Ann. des scienc. nat.* 1850, Tome XIII. pag. 111; R. WAGNER, *Lehrb. d. Phys.* 3. Aufl. pag. 19; LEUCKART a. a. O. pag. 822; ANKERMANN, *de motu et evolut. filor. sperm. ranarum*, Inaug.-Dissert. Königsberg 1854; MOLESCHOTT und RICCHETTI, *über ein Hülfsmittel, ruhende Saamenfäden zur Bewegung zu bringen*, *Wiener med. Wochenschr.* 1855, No. 18; *Compt. rend.* 26. Mars 1855; KOELLIKER, *Beiträge zur Kenntniss der Saamenfäden etc.* pag. 66; *Ueber die Vitalität u. die Entw. der Saamenfäden*, *Verh. d. Würzb. Ges.* 1855; *Physiol. Studien über die Saamenflüssigkeit*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VII. pag. 201; SCHNEIDER, *Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss.* April 1856; CLAPARÈDE, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. IX. pag. 125. — ² FUNKE, *Fortsetzung von GUENTHER'S Lehrb. d. Phys.* II. Bd. pag. 1022. Was in KOELLIKER den Gedanken erregt haben mag, ich hätte wahrscheinlich noch keine ächten Saamenfädenbewegungen gesehen, weiss ich nicht; ich darf versichern, dass ich dieselben hinreichend oft studirt hatte, um mir ein Urtheil zu erlauben. Auch kann ich hinzufügen, dass ich den erregenden Einfluss der Alkalien auf dieselben lange vor KOELLIKER'S Mittheilungen seiner Beobachtungen gesehen habe, indem ich unmittelbar nach VIRCHOW'S Entdeckung der erregenden Wirkung der Alkalien auf die Flimmerbewegung den naheliegenden Versuch mit Kaninchensaamen anstellte und die Erwartung bestätigt fand. — ³ NAEGELI, *Gattungen einzelliger Algen, phys. u. system. beh.*, Zürich 1849; v. SIEBOLD, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. I. pag. 285. Nach NAEGELI entstehen die eigenthümlichen „schwärmenden“ Bewegungen jener Wimpersporen dadurch, dass an dem vorderen wimpertragenden Ende der Zelle ein endosmotischer Strom in die Zelle eindringt, während am entgegengesetzten hinteren Ende ein exosmotischer Strom die Zelle verlässt. — ⁴ Die Resultate der Versuche bringt KOELLIKER auf folgende Weise mit seiner Theorie in Einklang: Die Bewegungen müssen nach ihm in allen Lösungen auftreten, welche nicht chemisch die Fäden zerstören, sie wesentlich alteriren, oder durch bewirkte Quellung oder Wasserentziehung auf ihre moleculare Zusammensetzung einwirken, oder zu dick und zu zähe sind. Die Unterschiede, welche sich in den nöthigen Concentrationsgraden der verschiedenen Salzlösungen zeigen, erklärt er aus den verschiedenen Imbibitionsverhältnissen, welche er ausführlich beleuchtet. Zu concentrirte Lösungen schaden, weil entweder die eindringenden concentrirten Lösungen die moleculare Zusammensetzung der Fäden ändern, sie schrumpfen machen, oder die zu grosse Zähigkeit die Bewegungen hindert; die nachträgliche Verdünnung hebt diese schädlichen Einflüsse durch Wiederausziehen der eingedrungenen concentrirten Lösung, oder durch Verminderung der Zähigkeit auf. Das dadurch bedingte Wiedererwachen der Bewegung ist nach KOELLIKER ein Beweis für die „grosse Tencität des Lebens der Saamenfäden“. Entsprechend erklärt er die Schädlichkeit des Wassers aus Imbibitionsverhältnissen; das eindringende Wasser bringt die Substanz der Fäden zum Aufquellen und ändert dadurch den zur Bewegung nothwendigen Mole-

cularzustand. Schwierigkeiten bietet ihm die erregende Wirkung der kaustischen und kohlessauren Alkalien; es beruht dieselbe nach ihm auf einer „chemischen Einwirkung“, indem sie irgend einen Bestandtheil der Saamenfäden verflüssigen, dadurch die Substanz derselben lockerer und aufquellen machen, so dass die Moleküle lebhafter aufeinander wirken können. Eine solche unbestimmte, mit keiner exacten erweisbaren Vorstellung zu verknüpfende Vermuthung kann unmöglich als eine Erklärung gelten. Die Uebereinstimmung der Saamenfäden mit den Wimperhaaren, deren Bewegungen nach VIRCHOW's Entdeckung ebenfalls durch Kali erweckt werden können, ist höchst interessant, hilft aber nichts zum Verständniss, da über die Natur der Wimperbewegung dasselbe Dunkel herrscht. Noch weniger aber ist die von KOELLIKER zwischen Saamenfäden und Nerven in Bezug auf ihr Verhalten gegen ätzende Alkalien als Reize gezogene Parallele am Platze, so lange nicht ein *tertium comparationis* zwischen der Bewegung der Saamenfäden und dem Molecularvorgang in der erregten Nervenfasern bestimmt nachgewiesen ist. KOELLIKER sucht die Aehnlichkeit der Wirkung des Kali's auf die Nerven darin, dass es dieselben ebenfalls durch Aufquellen der Achsencylinder erregt, eine Annahme, welche für KOELLIKER schwer erweisbar sein dürfte.

§. 278.

Genese des Saamens. Die Secretionsorgane des Saamens, die männlichen Keimdrüsen, Hoden, sind bei dem Menschen und den höheren Thieren nach einem anderen Typus, als die weiblichen Keimdrüsen gebaut, insofern die Drüsenelemente nicht geschlossene Follikel, sondern lange Röhrchen mit blindem Ende darstellen. Der Hoden (ECKER, *l.c.*, Taf. IX, Fig. 8) wird durch eine Anzahl bindegewebiger Scheidewände, welche von dem sogenannten *corpus Highmori*, einem dicken, nach innen vorspringenden Wulst längs seiner hinteren Wand, nach allen Seiten zur *tunica albuginea* ausgespannt sind, in eine Anzahl konisch gestalteter Fächer eingetheilt. Jedes solche Fach ist von einem knäuelartig zusammengewickelten Saamenkanälchen, *canaliculus seminiferus*, erfüllt. Diese Knäuel oder Hodenläppchen sind von kegelförmiger oder pyramidaler Gestalt, ihre Spitzen gegen das *corpus Highmori* gerichtet, ihre Basen gegen die äussere Oberfläche, an welcher sie gegeneinander abgeplattet durch polygonale Begränzungslinien sich markiren. Entwirrt man den Knäuel eines Läppchens, so sieht man, dass jedes Saamenkanälchen in der Spitze des Läppchens als einfaches Röhrchen beginnt, im Verlauf gegen die Oberfläche sich mehrfach dichotomisch theilt, die Aeste theils blind endigen, theils schlingenförmig umbiegen, theils mit benachbarten Anastomosen bilden. Die einfachen stärkeren Anfangsstückchen der Kanäle treten als sogenannte *ductuli recti* in das *corpus Highmori* ein, und lösen sich hier in das sogenannte Hodennetz, *rete vasculosum*, auf; d. h. der HIGHMOR'sche Körper selbst besteht (ähnlich wie die Rindenschicht der Lymphdrüsen, oder die unten zu beschreibenden *corpora cavernosa*) aus einem Netzwerk mannigfach sich durchkreuzender Balken und Bälkchen, dessen Maschen, wie die Poren eines Schwammes, ein Lacunensystem von zahlreichen unter einander communicirenden polygonalen Hohlräumen bilden. Diese Poren bilden die Fortsetzungen der *ductuli recti*, welche nicht selbst als gesonderte Kanäle in das *corpus Highmori* eintreten; nur ihr Epithel setzt sich continuirlich in dasselbe fort, und überzieht die Wände der Lücken.

In dem oberen äusseren Theile des HIGHMOR'schen Körpers mündet dieses Lückensystem wieder in eine Anzahl ausführender Kanäle, die *vasa efferentia testis*, welche in den Nebenhoden eintreten und dessen Kopf bilden, indem jedes für sich zu einem konischen Knäuel verschlungen, einen sogenannten *conus vasculosus* darstellt. Im Körper des Nebenhodens fliessen die geschlängelten, vielfach durcheinander gewundenen Fortsetzungen der *vasa efferentia* allmählig zu einem einzigen Kanal zusammen, welcher, Anfangs ebenfalls geschlängelt verlaufend, den Schwanz des Nebenhodens bildet, endlich aber in das dicke, gerade *vas deferens*, den Ausführungsgang der Keimdrüse, übergeht.

Ein Saamenkanälchen (ECKER, *Ic.*, *Taf.* IX, *Fig.* 9) des Hodens zeigt unter dem Mikroskop eine aus undeutlich faserigem Bindegewebe mit unentwickelten elastischen Elementen bestehende äussere Wand, welche nach KOELLIKER nach innen zu durch eine glashelle structurlose *membrana propria* abgegränzt wird. Die Innenfläche derselben ist ausgesteiert von einem Epithel, welches aus einer einfachen Lage polygonaler Zellen mit undeutlicher Membran besteht. Im menschlichen Hoden ist vor dem Eintritt der Pubertät das Lumen des Saamenröhrchens mit kleinen hellen Zellen erfüllt, welche sich von den wandständigen, als Epithel gedeuteten nicht wesentlich unterscheiden. Später dagegen beim Eintritt der Geschlechtsreife erleiden diese Drüsenzellen eigenthümliche Veränderungen, durch welche aus ihnen der Saamen mit seinen Formelementen auf sogleich näher zu erörternde Weise hervorgeht.

Im Nebenhoden verdickt sich allmählig die Wand der als Fortsetzungen der Hodenröhrchen zu betrachtenden *vasa efferentia*, es tritt eine doppelte Lage von Muskeln, aus circulär und longitudinal geordneten Faserzellen bestehend, auf, welche sich im *vas deferens* durch Hinzutritt neuer Lagen zu einer dicken Muskelhaut verstärkt. Die ursprünglich einfache Epithellage ist im Saamenleiter durch eine Schleimhaut ersetzt, welche aus einer bindegewebigen, reichlich mit elastischen Netzen und Blutgefässen versorgten Grundlage und einem Pflasterepithelüberzug besteht. Vermöge dieser Schleimhaut ist das *vas deferens* nicht bloß Saamenleiter, sondern zugleich Secretionsorgan, bestimmt, dem unverdünnten Hodensecret eine Flüssigkeit beizumengen, von deren Natur und Nutzen alsbald die Rede sein wird. Es spricht sich diese Function des *vas deferens* besonders deutlich in den Anstalten aus, welche beim Menschen und in noch höherem Grade bei manchen Thieren zur Herstellung einer Oberflächenvergrößerung der absondernden Schleimhaut getroffen sind. Solche Anstalten stellen die Saamenblasen vor, welche im Grunde nur verzweigte Ausbuchtungen des unteren Saamenleiterendes sind, noch auffallender das von E. H. WEBER beim Pferde beschriebene sogenannte Drüsenende des *vas deferens*. Es schwillt letzteres ohnweit seines unteren Endes plötzlich zu einem 8'' langen, 7—9'' dicken Cylinder an, in dessen Achse der eigentliche enge Kanal in unveränderter Weite fortläuft, dessen Wand aber, wie WEBER durch Injectionen erwiesen, zahllose traubige Ausbuchtungen des Kanals enthält. Jeder Querschnitt durch dieses Drüsenende zeigt radial zum

mittleren Kanal gestellte dreieckige Drüsenläppchen; jedes solche Läppchen enthält einen dreieckigen Hohlraum, welcher mit seiner Spitze in den Kanal mündet, seine Basis nach der Peripherie kehrt, und hier sich weiter in secundäre dreieckige Ausbuchtungen theilt. Andeutungen dieser Bildung fand Weber auch an injicirten menschlichen Saamenleitern.

Die männlichen Keimdrüsen sind durch die ganze Thierreihe mit äusserst wenigen Ausnahmen nach demselben Typus, wie die menschlichen gebaut, stellen überall einfache oder verzweigte Schläuche dar, welche in ihrem Inneren den Saamen aus Zellen bilden, und sich continuirlich in die als Ausführungsgänge dienenden Kanäle fortsetzen. Form, Grösse und Anordnung dieser Schläuche zeigen mannigfache Verschiedenheiten, über welche die vergleichende Anatomie ausführlich zu berichten hat. Eine jener Ausnahmen findet sich bei den überhaupt in vielfacher Beziehung abweichenden Cyklostomen, bei welchen sich folliculöse Hoden finden, und der in geschlossenen Follikeln gebildete Saamen durch Platzen derselben entleert, in die freie Bauchhöhle ergossen wird, aus welcher er durch die äussere Geschlechtsöffnung nach aussen gelangt. Bei den wirbellosen Thieren sind die Hoden durchschnittlich einfacher, als bei den Wirbelthieren gebaut, bestehen bei manchen, wie bei den Nematoden, aus einem einfachen unverzweigten Kanal, bei anderen aus einer Anzahl kürzerer Schläuche oder Säcke, welche in den gemeinschaftlichen Ausführungsgang einmünden. Von höchstem Interesse ist, dass bei einer grossen Anzahl niederer Thiere die männlichen Keimdrüsen vollkommen gleiche Form und Structur, wie die weiblichen haben, so dass sie nur an ihrem Inhalt zu unterscheiden sind, und oft auch an diesem nur, wenn er ganz reif ist, indem die jungen Eier vollständig den männlichen Drüsenzellen, aus welchen die Saamenfäden entstehen, gleichen. Bei manchen Thieren, z. B. den Arthropoden, treffen wir gleichen Bau von Hoden und Ovarien, aber verschiedene Grösse oder verschiedene Zahl der Schläuche, und zwar in der Regel die Ovarien grösser, weil die Bildung der Eier mehr Raum als die Saamensecretion beansprucht. Bei den hermaphroditischen Gasteropoden sind ebenfalls Ovarien und Hoden gleich gebaut, aber auf merkwürdige Weise in der sogenannten Zwitterdrüse verbunden, indem die männlichen Schläuche in den weiblichen stecken, von letzteren wie von Handschuhfingern umfasst werden. Wir müssen uns hier auf diese oberflächlichen Andeutungen beschränken, und auch in Betreff der mannigfachen Anhangsgebilde der Saamenleiter, welche Analoga der menschlichen Saamenblasen sind, theils als Receptacula des reifen Saamens, theils als Secretionsorgane fungiren, auf die Lehrbücher der vergleichenden Anatomie verweisen.

Wir gehen zur Darstellung der Genese des Saamens über.² Die Saamenfäden entstehen in den Drüsenzellen der Hodenkanälchen aus endogen in denselben gebildeten Bläschen, höchst wahrscheinlich im Wesentlichen auf gleiche Weise bei allen Thieren. Die gründlichen umfassenden Untersuchungen KOELLIKER's sind es, welchen wir die Erkenntniss der Entwicklung dieser Gewebselemente

fast ausschliesslich verdanken; er hat überhaupt zuerst die Grundzüge derselben durch Beobachtung festgestellt, zuerst die Einheit des Entwicklungsgesetzes bei allen Thieren erwiesen. Freilich müssen wir auch hier vorausschicken, dass wir es noch nicht mit einer völlig abgeschlossenen Lehre zu thun haben, indem einerseits gewisse Punkte des objectiven Thatbestandes noch unsicher sind, andererseits die Interpretation der Thatsachen in gewissen Beziehungen noch Gegenstand der Discussion ist. Die Beobachtung selbst, die directe Verfolgung des fraglichen Entwicklungsvorganges durch alle seine Stadien ist, wie Jeder, welcher sich damit beschäftigt hat, weiss, mit so vielen Schwierigkeiten verknüpft, dass es selbst nicht Wunder nehmen kann, wenn sogar KOELLIKER, trotz seiner umfassenden mühsamen Forschungen, auf welche hin er früher ein bestimmtes Entwicklungsgesetz aussprach, ganz neuerdings einen wesentlichen Punkt desselben auf neue Beobachtungen hin widerruft, jetzt dieselben Bläschen durch Auswachsen zu Saamenfäden sich umgestalten lässt, in welchen sie nach seiner früheren Ansicht endogen sich niederschlagen sollten.

Nachdem bereits früher Andeutungen der wahren Bildungsweise der Saamenfäden in einzelnen Beobachtungen zu Tage gekommen waren, Manche, wie R. WAGNER, bereits die Entstehung in Zellen beobachtet hatten, KOELLIKER selbst in seiner ersten Arbeit (Beiträge u. s. w.) für manche Thiere die Entstehung der Fäden in Bläschen erwiesen, für andere dagegen mehr weniger abweichende Entwicklungsweisen annehmen zu müssen glaubte, kam KOELLIKER durch erneute Untersuchungen zur Aufstellung folgenden Entwicklungsgesetzes: 1) Die Bildungselemente der Saamenfäden bestehen aus einfachen kernhaltigen Zellen oder Gebilden, die aus Umwandlungen einer einzigen Drüsenzelle hervorgehen. Eine solche Drüsenzelle, wie wir sie als Inhalt der Hodenkanälchen beschrieben haben, wandelt sich entweder in eine grosse Cyste um, welche eine verschiedene Anzahl von kleinen Bläschen, die KOELLIKER Kerne nennt, einschliesst, oder sie wird zur Mutterzelle, indem sie endogen eine Menge einkerniger Tochterzellen erzeugt, oder sie bildet (ebenfalls durch massenhafte endogene Vermehrung) grosse Haufen freier einkerniger (oder auch mehrkerniger) Zellen, welche sich entweder um eine centrale hüllenlose Verbindungsmasse (den Rest der Mutterzelle) gruppieren, oder auch ohne eine solche centrale Masse zusammenhaften. 2) Die Saamenfäden entstehen endogen wahrscheinlich überall in den Kernen, und zwar je einer in einem Kerne; sie bilden sich durch (spiralige?) Ablagerung des (flüssigen?) Kerninhaltes an der Kernmembran und erreichen vielleicht überall durch selbständiges Wachsthum ihre endliche Form und Grösse. 3) Die Saamenfäden werden durch Auflösung ihrer Mutterkerne und Zellen frei, und sind Anfangs vielleicht bei allen Thieren, manche schon in den Zellen, bündelweise verbunden. Wir wählen einige Beispiele aus KOELLIKER's Beobachtungen, auf welche das Gesetz basirt ist. Zunächst waren es Untersuchungen an *helix pomatia*, welche KOELLIKER zur Erkenntniss jenes von ihm und allen Phy-

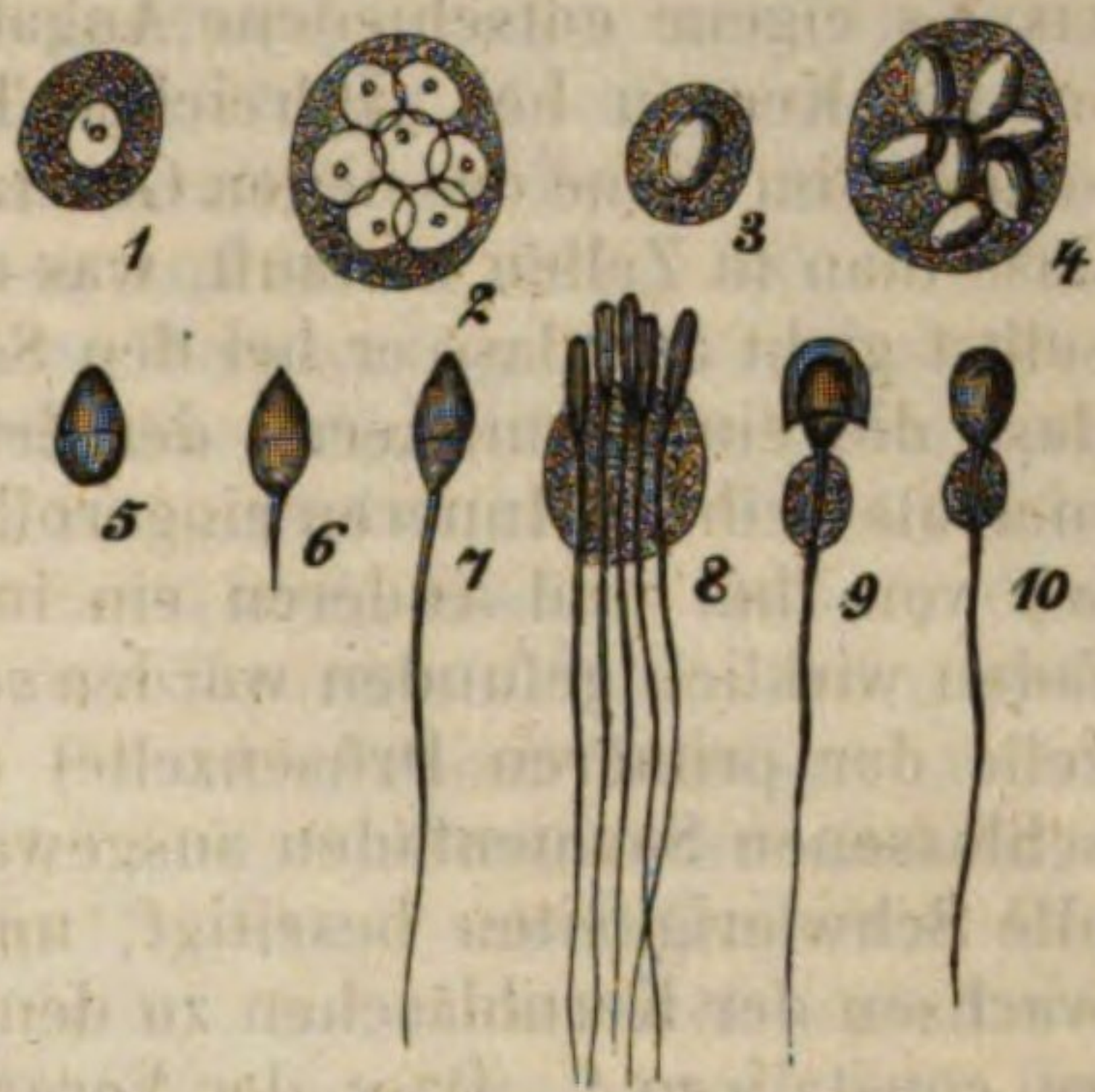
siologen bis vor Kurzem angenommenen Gesetzes führten. In den Hodenfollikeln der genannten Thiere finden sich grosse Haufen von Bläschen, welche um eine centrale membranlose Kugel aus feinkörniger zäher Substanz herumgelagert sind. Diese Bläschen sind verschieden gross und enthalten in sich neben feinkörnigem Inhalt die kleinen ein, die grösseren 2—4, selbst noch mehr blasse sphärische Bläschen. Die primären Bläschen sind Zellen, die secundären von ihnen eingeschlossenen nach KOELLIKER Kerne. Im Inneren jedes solchen secundären Bläschens entsteht ein Saamenfaden, indem zunächst der Körper als rundes glänzendes Kügelchen erscheint, sodann an demselben der Faden als kurzer, allmählig sich verlängernder Anhang anwächst und sich in spiraligen Windungen an die Innenfläche der Bläschenmembran anlegt. Ist der Saamenfaden fertig, so platzt das Kernbläschen, der Saamenfaden gelangt frei in das primäre Bläschen der Zelle; enthielt dieselbe mehrere Kerne, so findet man entsprechend viele Saamenfäden verschlungen in ihr. Die Fäden beginnen nun ihre Windungen zu entfalten, sich zu strecken, während die Zelle selbst sich verlängert, darauf durchbohren die Köpfe die Zellenwand an einem Pol, später die Schwänze am entgegengesetzten Pol, so dass der Rest der Zelle nur noch als eine Art von Scheide die mittleren Theile der Fäden umschliesst, während sich die freien Köpfe an die Oberfläche jener centralen Kugel des Bläschenhaufens ansetzen. Durch dieses gemeinschaftliche Anhaften aller aus einem Bläschenhaufen hervorgegangenen Saamenfäden an jener centralen Kugel entstehen regelmässige Bündel von Saamenfäden mit zusammengelegten Köpfen. Allmählig schwinden nun die scheidenartigen Reste der Bildungszellen und die Bündel lösen sich auf. Die zu Haufen zusammengruppirten Bildungszellen selbst sind durch endogene Zellenbildung aus den ursprünglichen Epithelzellen der Follikel in der Art gebildet, dass je ein Häufchen aus einer solchen Zelle, als deren Rest KOELLIKER die centrale Kugel deutet, hervorgegangen ist.

Auf ganz analoge Weise, wenn auch mit mannigfachen unwesentlichen Abweichungen, war die Entwicklung der Saamenfäden durch KOELLIKER und seine Nachfolger für alle Thierclassen constatirt. Ueberall hatte man sich von der endogenen Bildung secundärer oder auch tertiärer Bläschen in den ursprünglichen Hodenzellen, und der Entstehung der Saamenfäden innerhalb der Bläschen letzter Generation überzeugt. Bei den Säugethieren verwandeln sich die ursprünglichen Zellen der Saamenkanälchen in kleinere oder grosse Cysten, welche entweder nur ein, oder 2—4, ja selbst 10—20 secundäre sphärische Bläschen, in welchen nach allgemeiner bisheriger Annahme die Saamenfäden als spiralige Niederschläge an der Wand sich bilden, enthalten (ECKER, *Ic.*, *Taf.* XXI, *Fig.* 7). Die secundären Bläschen platzen, die befreiten Saamenfäden gelangen in die Muttercyste und liegen hier entweder regellos durcheinander, oder ordnen sich, wo die Anzahl der secundären Bläschen eine grössere ist, so auch häufig beim Menschen (ECKER, *Ic.* a. a. O. *Fig.* 2), durch Aneinanderlegen ihrer Köpfe zu regelmässigen Bündeln, welche sich entweder noch vor dem Platzen der Muttercyste auflösen, oder selbst, nachdem

sie auch aus dieser befreit sind, noch eine Weile zusammenhaften. Genau ebenso verhält es sich bei den Vögeln, bei denen zum Theil, so z. B. beim Finken, die aus ihren Bildungsbläschen befreiten Saamenfäden in ihrer Muttercyste so regelmässig zu Bündeln geordnet gefunden werden, dass WAGNER ursprünglich zu der Ansicht gekommen war, sie entstünden bündelweise durch Niederschläge in jenen Cysten (R. WAGNER, *Ic.*, *Taf.* I, *Fig.* 5). Die Membran der Muttercyste ist bei den Vögeln nicht so ausserordentlich leicht vergänglich, wie bei Säugethieren, wo sie schon durch Wasser zerstört wird und daher leicht der Beobachtung entgeht. Man findet daher bei Vögeln auch nicht selten, nachdem die Cyste geplatzt ist, den Rest ihrer Membran als eine Art Mütze über die Köpfe der Saamenfädenbündel gestülpt. An neugebildeten Saamenfäden, insbesondere bei Säugethieren, findet man nicht selten den Anfang des Fadens dicht unter dem Körper verdickt, bauchig angeschwollen. Diese Anschwellung hat verschiedene Deutungen erfahren. DUJARDIN, welcher sie zuerst beschrieben, hielt sie für ein Knötchen, mit welchem der Saamenfaden ursprünglich an die Innenwand des Saamenkanälchens angeheftet sei. KOELLIKER deutet sie als Verdickungen der Substanz, durch deren Ausdehnung der ursprünglich kurze Faden allmähig sich verlängert. Anschwellungen, die sich bei manchen Thieren zuweilen im Verlauf der Saamenfäden zeigen, sind wohl, wie bei *helix pomatia*, als scheidenartige Reste der Bildungszellen zu betrachten. Anhänge von dieser Bedeutung zeigen sich übrigens auch an den Saamenfäden der Säuger sehr häufig.

In dieser Gestalt war die Lehre von der Saamenfädengenese bisher allgemein angenommen, und nicht blos auf KOELLIKER's Autorität hin, sondern durch bestätigende Beobachtungen von den verschiedensten Seiten her gestützt. Um so unerwarteter kam die Umgestaltung, welche KOELLIKER selbst in seiner neuesten Arbeit einem Hauptsatz seines Gesetzes, und zwar dem zweiten, geben zu müssen geglaubt hat. Er ist zunächst für die Saamenfäden der Säugethiere zu der Ueberzeugung gelangt, dass dieselben nicht endogen in jenen als Kerne gedeuteten Bläschen, welche in der Cyste enthalten sind, entstehen, sondern aus denselben, d. h. dass diese Kernbläschen selbst zu Saamenfäden sich umgestalten, ein Theil zu dem Körper wird, der andere zum Faden auswächst. Der Vorgang wird von ihm folgendermaassen beschrieben. Zur Zeit der Brunst enthalten die Saamenkanälchen in ihren Achsen die eigentlichen Saamenzellen, d. h. theils kleinere Zellen (1), welche in ihrem Inneren ein einfaches blasses Bläschen, Kern, einschliessen, theils grössere Cysten mit mehreren, selbst 10—20 solchen Kernbläschen (2). Jedes Kernbläschen enthält ein Kernkörperchen. Der erste Schritt zur Umwandlung dieser Kernbläschen zu Saamenfäden (3, 4) ist, dass sie länglich werden und sich etwas abplattten. Darauf scheidet sich jedes Bläschen in einen dunkler contourirten vorderen und einen hinteren, kleineren, blassrandigen Theil, welcher in Wasser gern rundlich aufquillt (5). Bald darauf zeigt sich am hinteren blassen Pol ein kurzer fadenförmiger Anhang (6), der bald zu einem längeren Faden sich gestaltet, während der blasser Theil des Bläschens entsprechend an

Grösse abnimmt (7); indem endlich der vordere Theil des Bläschens die typische Gestalt des Körpers annimmt, ist die Umwandlung beendet. Die so gebildeten Saamenfäden liegen demnach vom Anfang an frei in der Muttercyste, seine frühere Behauptung, dass auch bei Säugethieren die in den Cysten enthaltenen Kernbläschen in ihrem Inneren eingerollte Saamenfäden enthalten, erklärt KOELLIKER jetzt für einen Irrthum. Das Freiwerden der Saamenfäden aus den Cysten geht auf folgende Weise vor sich. Die Saamenfäden liegen in der Cyste oder Zelle eine Zeit lang eingerollt, und brechen dann, wie es scheint, gleichzeitig mit Köpfen und Schwänzen an diametral gegenüberliegenden Stellen durch die Wand (8); die Reste der Zellen bleiben häufig entweder als Kappen an den Köpfen, oder als Anhänge an den Fäden eine Weile haften (9, 10).



Ein gleiches Auswachsen der Kernbläschen zu den Saamenfäden hat KOELLIKER unter den Vögeln bei der Taube, unter den Amphibien beim Frosch beobachtet. Ein unseres Erachtens sehr bedeutsamer Umstand in den bei letzterem Thier angestellten Beobachtungen ist der, dass hier in den Saamenzellen neben den länglich werdenden, zu Saamenfäden auswachsenden sogenannten Kernbläschen regelmässig noch ein rundlicher oder oblonger eigentlicher Zellkern vorhanden ist, und noch persistirt, wenn die Fäden bereits vollkommen ausgebildet und zu einem Bündel zusammengelegt, oder jeder für sich aufgerollt sind. Auch bei den Fischen glaubt sich KOELLIKER von dem Auswachsen der Kerne zu den Saamenfäden überzeugt zu haben.



Auf diese Beobachtungen hin spricht KOELLIKER die Vermuthung aus, dass höchst wahrscheinlich bei allen Thieren die Saamenfäden nicht endogen in den Kernen, sondern durch Auswachsen dieser Kernbläschen selbst erzeugt werden. Manche frühere Beobachtung spricht mehr zu Gunsten dieser als der älteren Fassung des Entwicklungsgesetzes. KOELLIKER selbst hat früher schon bei gewissen niederen Thieren Bildungsweisen beschrieben, welche nur mit Zwang als endogene Entwicklung in Kernen sich deuten liessen; so hatte er bei den Coleopteren die Saamenfäden im Inneren kernhaltiger Zellen entstehen gesehen und nach dem Erscheinen der Fäden die Kerne vermisst, bei Lumbricus aber direct die Verlängerung der Kerne beobachtet. WAGNER und LEUCKART haben (wie schon oben Bd. III. pag. 90 erwähnt) mit Bestimmtheit dargethan, dass bei den Arachniden und Myriapoden der Kern der Saamenzelle unmittelbar zum Saamenkörperchen wird, bei letzteren, ohne zum

Faden auszuwachsen; die eigenthümlichen Saamenkörperchen der Ascariden sind nach MEISSNER'S Beobachtungen ebenfalls die sogenannten Kerne der Saamenzellen.⁵ Die widersprechenden Beobachtungen, KOELLIKER'S eigene entschiedene Angaben über endogene Bildung der Fäden in den Kernen bei zahlreichen Thieren, sind nicht so schwer, als es scheint, im Sinne des neuen Gesetzes umzuformen, viele einfach dadurch, dass man in Zellen umtauft, was man bisher Kerne nannte. KOELLIKER selbst giebt an, dass er bei den Säugethieren sich getäuscht habe, d. h. dass die einfachen Kerne der Zellen, oder die mehrfachen der Cysten niemals in ihrem Inneren eingerollte Saamenfäden enthalten, dass überall, wo von ihm und Anderen ein in einem Bläschen eingerollter Saamenfaden wirklich gefunden worden sei, dieses Bläschen die Zelle (Tochterzelle der primären Drüsenzelle) darstelle, deren Kern zu dem eingeschlossenen Saamenfaden ausgewachsen sei. Mit dieser Erklärung sind alle Schwierigkeiten beseitigt, und es kommt nur darauf an, das Auswachsen der Kernbläschen zu den Saamenfäden bei allen Thieren direct zu constatiren.⁴ Dass der Vorgang in seinen Hauptzügen wenigstens durch die ganze Thierreihe hindurch sich als derselbe erweisen werde, lässt sich mit gutem Recht erwarten. Es ist der Saamenfaden ein Gewebeelement, wie ein Blutkörperchen oder eine Nervenfaser; es ist daher kaum denkbar, dass es bei einem Thiere im Inneren eines gewissen Bläschens entstände, bei anderen aber aus dem ganzen Bläschen hervorginge.

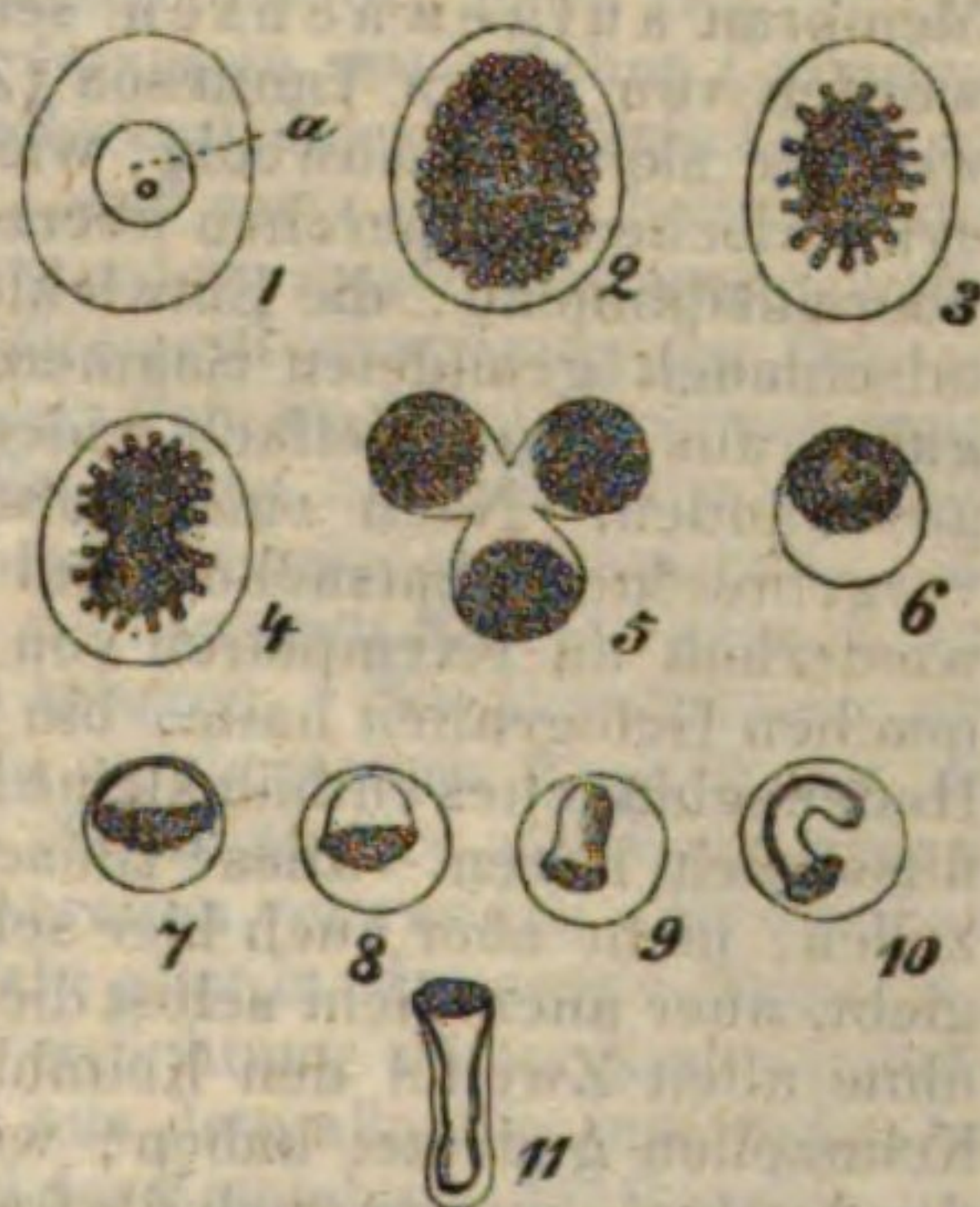
Es bleiben uns noch einige an die beschriebene Entstehung der Formelemente des Saamens sich knüpfende allgemeinere Betrachtungen übrig. So lange das KOELLIKER'Sche Entwicklungsgesetz noch in seiner ursprünglichen Fassung aufrecht erhalten wurde, war es ein Punkt: die histiologische Deutung der nächsten Bildungsbläschen, in welchen die Fäden entstehen sollten, über welchen die Physiologen nicht einig waren. KOELLIKER selbst betrachtete überall diese Bläschen als Zellenkerne, liess z. B. bei den Säugethieren die ursprünglichen Drüsenzellen, oder die durch Vermehrung aus ihnen hervorgegangenen Zellen zu jenen Cysten sich ausdehnen und in sich nicht eine Brut von Tochterzellen, sondern eine Generation von 4—20 Kernen, die Bildungsstätten der Saamenfäden, erzeugen. Gegen diese Deutung haben sich REICHERT, LEUCKART und ich⁵ erhoben, und die Bläschen, in denen die Saamenfäden durch Niederschlag oder sonst wie entstehen sollten, Zellen genannt. Die Hauptgründe für letztere Ansicht, gegen KOELLIKER, waren folgende: Es fehlte jeder Beweis, dass die fraglichen Bläschen Kerne seien; weder in ihren Eigenschaften, noch in ihrer Entstehung, noch in ihren späteren Schicksalen lag irgend ein dieser Deutung das Wort redendes Moment, wohl aber dagegen sprechende. Während sonst die Bildung des Zellkerns der Bildung der zugehörigen Zelle vorausgeht, entstehen die fraglichen Bläschen in der fertigen Zelle und zwar viele gleichzeitig. Bei einzelnen Thieren war bereits die Bildung dieser secundären Bläschen unzweideutig als ein endogener Zellenbildungsprocess erwiesen: so hat SIEBOLD bei Insecten mit Bestimmtheit gesehen, dass diese Bläschen

durch Furchung des ursprünglichen Zelleninhaltes entstehen, d. h. letzterer sich allmählig zerklüftet und die einzelnen Portionen durch Umhüllung mit einer Membran zu Bläschen werden, die mit demselben Recht Zellen und nicht Kerne sind, wie die auf gleiche Weise aus dem Eizelleninhalt durch Furchung hervorgehenden Embryonalzellen. Allerdings hat KOELLIKER bei den Insecten diese Bläschen ebenfalls als Zellen anerkannt, aber der Analogie zu Liebe angenommen, dass die in ihnen auftretenden Saamenfäden in den kleinen Kernen derselben endogen erzeugt worden seien. Weiter sprach gegen die Kernnatur eben die endogene Entstehung von Gewebselementen in ihnen. Nirgends, weder in der thierischen, noch in der pflanzlichen Histologie lässt sich ein Beispiel finden, dass ein Zellenkern als Mutterorgan für andere Gewebselemente sich gerire. Endlich sprachen die Eigenschaften der fraglichen Bläschen gegen KOELLIKER, vor Allem die leichte Löslichkeit ihrer Membranen und ihres Inhaltes in Essigsäure, gegen welche andere thierische Zellenkerne (bei denen meist sogar die Bläschennatur sehr fraglich ist) sich sehr resistant verhalten u. s. w. Alle diese Einwände hat KOELLIKER nicht der Widerlegung für werth geachtet, sondern einfach sie mit der Behauptung zu schlagen gemeint, dass er ein Urtheil zu haben glaube, was Kern und was Zelle sei. Durch seine neueren Beobachtungen ist die Sachlage nun zwar eine entschieden andere geworden, allein wenn auch KOELLIKER jetzt zugiebt, dass die Bläschen, in welchen Saamenfäden entstehen, Zellen sind, so lässt sich doch noch immer die Frage aufwerfen, ob die Bläschen, welche zu Saamenfäden auswachsen, wirklich Kerne sind. Meines Erachtens lassen sich noch jetzt gewichtige Gründe gegen diese Deutung vorbringen, zum Theil bleiben die alten Gründe in unveränderter Geltung, da bei manchen Thieren, so bei den Säugethieren, die Bläschen, um welche es sich handelt, dieselben geblieben sind. Es ist immer noch unwahrscheinlich, dass ein Bläschen, welches nachträglich in einer Zelle entsteht, ein Kern ist, wenn er sich nicht durch Bildung einer Zelle um sich als solcher charakterisirt, immer noch unwahrscheinlich, dass eine Zelle in sich bis 20 solcher Kerne bildet, dass ferner ein Kern zu einem Gewebselement auswächst. Einen ganz besonders gewichtigen Gegengrund scheint mir aber KOELLIKER selbst geliefert zu haben durch den Nachweis, dass in den Cysten des Froschsaamens ein durch sein Ansehen von den zu Saamenfäden werdenden Bläschen sehr verschiedener einfacher Zellenkern (s. die Figur pag. 109) vorhanden ist und bleibt, wenn auch schon das Saamenfädenbündel fertig ist. Auf der anderen Seite lässt sich nicht in Abrede stellen, dass in allen Fällen, wo eine einfache Zelle mit einfachem centralen Bläschen durch Auswachsen dieses Bläschens den Saamenfaden erzeugt, die Deutung dieses inneren Bläschens als Zellenkern die nächstliegende erscheint. Es bleibt mithin auch in dieser Beziehung eine endgültige Entscheidung der Zukunft überlassen. Vorläufig ist es wohl am einfachsten, jede einen bestimmten morphologischen Begriff einschliessende Bezeichnung zu umgehen, indem man die zu Saamenfäden auswachsenden Gebilde schlicht als endogen in Zellen erzeugte Bläschen aufführt.

Es ist bereits in der Einleitung zur Zeugungslehre (pag. 9 f.) angedeutet worden, dass Saamen und Ei einander durchaus nicht als Gegensätze gegenüberstehen, sondern analoge Producte der ebenfalls analogen männlichen und weiblichen Keimdrüsen sind. So wenig morphologische Verwandtschaft der fertige Saamen mit dem fertigen Ei zu haben scheint, so lässt sich der Beweis ihrer Analogie doch aus der Genese der Saamenelemente führen, und bei gewissen niederen Thieren *ad oculos* demonstrieren, wie dies zuerst von REICHERT⁶ geschehen ist. Die einfache Drüsenzelle des Saamenkanälchens, die Grundlage der Formelemente des Saamens, ist das Analogon der Eizelle; man bezeichnet letztere, um diese Analogie auszudrücken, passend als männliche Keimzelle, das Ei als weibliche Keimzelle.⁷ Zur Erkenntniss dieser Analogie würde schwerlich ein Vergleich eines menschlichen Saamenkanälchens mit einem GRAAF'schen Follikel und ihres Inhaltes geführt haben, und doch lässt sich auch hier die Analogie zeigen. Betrachten wir einen neu angelegten Follikel, so sehen wir ihn aus einem Zellenhäufchen bestehen, dessen Zellen sich zum Epithel ordnen, während in ihrer Mitte die Eizelle entsteht. Entsprechend ist das Saamenkanälchen von Zellen erfüllt, deren peripherische Lage die Bedeutung eines Epithels hat, während die Achsenzellen die eigentlichen männlichen Keimzellen darstellen. Ganz unzweideutig leuchtet aber das fragliche Verhältniss bei gewissen niederen Thieren ein, bei denen die männliche wie die weibliche Keimdrüse einen völlig gleich beschaffenen Schlauch darstellt, in dessen Endtheil bei beiden auf gleiche Weise gleiche nicht unterscheidbare Zellen entstehen, welche erst durch spätere Umgestaltungen verrathen, ob sie Eier oder männliche Keimzellen sind. Dies ist in besonders auffallender Weise bei den Nematoden der Fall, wie REICHERT's, MEISSNER's und BISCHOFF's neue Untersuchungen dargethan haben und leicht zu constatiren ist. Es enthält hier das Ende des Hodenschlauches, wie das des Eischlauches, kleine wasserhelle Bläschen, welche sich mit einer körnigen Masse umlagern; beim Männchen stellen diese Bläschen die Kerne der männlichen Keimzellen, bei dem Weibchen die Keimbläschen, die körnige Masse bei ersteren den Inhalt der männlichen Keimzellen, bei letzteren den Dotter dar; der Entstehungsprocess beider ist der der sogenannten Umhüllungskugeln. Es sind nun aber nicht allein die ursprünglichen Keimzellen beider Geschlechter, sondern sogar ihre nächsten Umwandlungen identisch. Die erste Umgestaltung des Eies ist, wie wir später sehen werden, die sogenannte Furchung, d. i. die Zerklüftung des Dotters in kleinere Parthien, welche zu den Embryonalzellen werden. In gleicher Weise ist die erste Umwandlung der männlichen Keimzellen eine Furchung, die Inhaltskugel theilt sich zunächst in zwei Kugeln, von diesen wieder jede in zwei u. s. f. Die Endproducte dieser Furchung, welche ihrem Wesen nach ein Zellentheilungsprocess ist, sind die Bildungszellen der Saamenbläschen. Zahlreiche Beispiele lassen sich für diese Art der Vermehrung der ursprünglichen Keimzelle beschreiben. Die Analogie dieses Processes mit der Furchung des weiblichen Eies geht am deutlichsten

aus SIEBOLD's Beobachtungen an den Locustinen und aus den angeführten Beobachtungen an den Nematoden hervor. Erst von hier an, wenn beide Keimzellenarten am Ende ihrer Furchung angekommen sind, gehen ihre weiteren Schicksale auseinander; welche Momente diese Differenzierung bedingen, in den Tochterzellen der männlichen Keimzellen die Entwicklung der Saamenfäden anregen, ist noch dunkel.⁸

¹ Vergl. E. H. WEBER, *Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane*. — ² Die wichtigsten Arbeiten über die Entstehung der Saamenfäden sind folgende: KOELLIKER, *Beitr. zur Kenntniss etc., die Bildung der Saamenfäden in Bläschen, und physiolog. Studien über die Saamenflüssigkeit*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VII. pag. 262; R. WAGNER, *Lehrb. d. Phys.* 3. Aufl. pag. 24; MUELLER's *Arch.* 1836, pag. 225; v. SIEBOLD, *nov. act. nat. cur.* Tom. XXI.; WAGNER u. LEUCKART, *Art.: Semen* in TODD's *Cyclop.*; LEUCKART a. a. O.; FREY und LEUCKART, *Beitr. zur Kenntniss wirbelloser Thiere*, pag. 125; REICHERT, *Beitr. zur Entwicklungsgesch. der Saamenkörperchen bei den Nematoden*, MUELLER's *Arch.* 1847, pag. 86; MEISSNER in seinen Arbeiten über *Mermis albicans* und *Ascaris mystax* (s. pag. 49); BISCHOFF, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VI. pag. 394. — ³ Der Entstehung der Saamenelemente bei den Nematoden müssen wir eine kurze Auseinandersetzung widmen, um den Stand gewisser für die Saamengenese selbst und für die Befruchtungslehre wichtiger Streitfragen zu skizziren. Nach MEISSNER, dessen Beobachtungen sich ergänzend an die von NELSON anreihen, und im Wesentlichen mit denen von REICHERT übereinstimmen, entstehen bei *Ascaris mystax* die Saamenkörperchen auf folgende Weise. Im Ende des Keimschlau- ches entstehen die männlichen Keimzellen (1), welche Anfangs blass sind und einen bläschenförmigen Kern mit Kernkörperchen einschliessen. Während diese Zellen im Hoden herabrücken, füllen sie sich allmählig mit dunkeln glänzenden Körnchen und verlieren ihren ursprünglichen Kern (2). Der körnige Zelleninhalt zieht sich jetzt allmählig von der Wand zurück und nimmt eine strahlige Form an (3); diese strahlige Masse betrachtet MEISSNER wunderbarerweise mit einem Male als Kernmasse, die sich durch Theilung in 2, 6—8, unter Umständen auch 3—5 Tochterkerne von ebenfalls strahliger Form zerspaltet (4). Diese Tochterkerne begeben sich in regelmässiger Vertheilung an die Zellenwand der Keimzelle, jeder treibt dieselbe vor sich her, buchtet sie aus, so dass diese Zelle je nach der Zahl der Kerne eine biscuitförmige, eckige oder traubige Form erhält (5), und endlich durch Theilung in der abgeschnürten Stelle in ebensoviele Tochterzellen (6) zerfällt, als Kerne vorhanden waren, jeder Kern jetzt um sich einen geschlossenen Theil der Mutterzelle isolirt hat. Hierauf soll im Centrum eines jeden Kernes ein kleines stark lichtbrechendes Körperchen, das Kernkörperchen, auftreten. Die so beschaffenen Tochterzellen sind die Bildungszellen der Saamenkörperchen, sie werden bei der Begattung in den weiblichen Geschlechtsschlauch übergeführt, und führen in einer bestimmten Abtheilung desselben, welche MEISSNER als Uterus und Eiweisschlauch bezeichnet, ihre von NELSON zuerst beschriebene Metamorphose zu Saamenkörperchen in folgender Weise aus. Die von MEISSNER sogenannten Kerne verlieren ihren strahligen Bau, werden heller, und erhalten an dem Theile ihres Umfanges, welcher der Zellenwand anlag, einen hellen, stark lichtbrechenden Saum, indem sich dieser Theil des Kernes in eine homogene, stark lichtbrechende Substanz von Uhrglasform verdichtet, während der übrige Theil körnig bleibt (7). Der uhrglasförmige dichte Theil schliesst sich darauf um den körnigen zusammen, verwandelt sich in ein becherförmiges oder tassenförmiges oder auch langgestrecktes, einem Probirgläschen ähnliches Körperchen, an dessen vorderer Mündung der Rest des körnigen Theiles des Kernes liegen bleibt (8, 9, 10). Dieses cylindrische oder becherförmige Gebilde mit seinem körnigen Anhang ist das reife Saamenkörperchen, welches frei wird, indem es mit seinem flockigen Ende die Zellenwand durchbricht, welche zuweilen noch als eine Art Mütze über



dem hinteren Ende haften bleibt (11). Von dieser MEISSNER'schen Beschreibung weicht BISCHOFF in mehreren wesentlichen Punkten ab (vergl. die oben pag. 113 citirten Arbeiten, besonders *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VI. pag. 394). BISCHOFF nennt Keimzellen dieselben Bläschen, welche MEISSNER als Kerne seiner Keimzellen beschreibt (*a Fig. 1*) und läugnet die Existenz der MEISSNER'schen Keimzellen, die Existenz einer Zellmembran, welche einen hyalinen Inhalt um jene Bläschen abgränzen soll, gänzlich. Nach BISCHOFF liegen seine Keimzellen im obersten Theile des Hodenschlauches nackt in einer formlosen Bindesubstanz. Was MEISSNER als Körnigwerden des Zelleninhaltes beschreibt, ist nach BISCHOFF die Ausscheidung von Körnchen in der freien Bindesubstanz, welche, nachdem sie körnig geworden, wie der Dotter um die nackten Keimbläschen, sich in einzelnen (Umhüllungs-) Kugeln um die einzelnen Keimzellen lagert, jedoch ohne sich äusserlich durch Membranen abzugränzen. Die weiteren Schicksale dieser körnigen Kugeln mit den eingeschlossenen Zellen sind nach BISCHOFF folgende: Die Keimzelle im Inneren schwindet (wie das Keimbläschen im Ei vor der Furchung), die Kugel nimmt die von MEISSNER beschriebene strahlige Form an, und zerfällt durch fortschreitende Zerklüftung mit dem Exponent 2 in immer kleinere, ebenfalls membranlose (wie beim Ei) Kugeln (Furchung), deren jede im Inneren ihrer körnigen Masse einen Kern enthält; BISCHOFF läugnet die Entstehung solcher Tochterkugeln in ungerader Zahl. Dass die so gebildeten Tochterkugeln sich vielleicht nachträglich durch Condensirung ihrer peripherischen Schicht mit einer Membran umgeben, hält BISCHOFF für wahrscheinlich, ohne jedoch es als erwiesen zu betrachten. Diese durch Furchung gebildeten Zellen oder Körnerkugeln mit centralem Kern sind nun nach BISCHOFF die fertigen Saamenkörperchen, während dieselben Gebilde von MEISSNER nur als die Kerne der Bildungszellen der Saamenfäden betrachtet werden. Die von Letzterem beschriebenen weiteren Metamorphosen, wie sie in *Fig. 6—10* dargestellt sind, läugnet BISCHOFF, indem er die im Eiweiss Schlauch des Weibchens zu findenden, von MEISSNER als Saamenkörperchen gedeuteten cylindrischen oder glockenförmigen Körperchen mit flockigem Anhang als umgewandelte Epithelialcylinder des Eiweiss Schlauches ausgiebt. Er glaubt sich überzeugt zu haben, dass die innere Oberfläche des sogenannten Eiweiss Schlauches „vorübergehend“, während des Durchtrittes reifer Eier, sich mit einer eigenthümlichen Form eines Cylinderepithels bedeckt, dessen Elemente, jene MEISSNER'schen Saamenkörperchen, mit ihrer flockigen Basis auf der Membran aufgewachsen seien. Diese Ansicht BISCHOFF's ist auf's Neue bekämpft worden von ALLEN THOMPSON (*Ztschr. f. wissenschaftl. Zoologie.* Bd. VIII. pag. 428), welcher sich ebensowenig, wie MEISSNER, von dem Festgewachsensein der fraglichen cylindrischen Körperchen überzeugen konnte, wohl aber, im Wesentlichen mit MEISSNER übereinstimmend, die Entwicklung derselben aus den Kernen der im männlichen Genitalschlauch gebildeten Saamenzellen direct verfolgt hat. Es ist eine schwierige Aufgabe, aus diesen vielfach widersprechenden Angaben und Ansichten die Wahrheit herauszufinden. Nach einer unbefangenen Abwägung der von den genannten Autoren vorgebrachten Thatsachen und Gründe und nach eigenen Untersuchungen, welche ich wiederholt an Exemplaren von *Ascaris mystax* aus dem Darm von Säugethieren zu machen Gelegenheit hatte, bin ich zu folgender Ueberzeugung gelangt. Das Ende des Hodenschlauches enthält kleine helle Bläschen, welche nackt in einer formlosen Zwischenflüssigkeit liegen. Diese Bläschen (*a Fig. 1*) sind die Kerne der künftigen Keimzellen, nicht aber auch hier schon in die Keimzellen eingeschlossen, wie MEISSNER angiebt, aber auch nicht selbst die Keimzellen, wie sie BISCHOFF bezeichnet. Sie entsprechen ohne allen Zweifel den Keimbläschen der Eier, die wir oben als Kerne der weiblichen Keimzellen gedeutet haben; wer freilich die Keimbläschen als Zellen deutet, der muss der Analogie wegen auch die fraglichen Bläschen Zellen nennen, aber nicht Keimzellen, ebensowenig als das Keimbläschen des Eies Keimzelle ist. Für das Eingeschlossensein dieser „männlichen Keimbläschen“, wie man sie vielleicht nennen kann, in Zellen hat MEISSNER keine Spur eines Beweises beigebracht. Beim Herabrücken im Hodenschlauch geriren sich diese Bläschen, wie die Keimbläschen der Eier, als Zellenkerne, indem jeder um sich eine Kugel der plastischen Zwischensubstanz, welche sich durch ausgeschiedene Körnchen trübt, attrahirt. Diese den Kern einschliessende Kugel körniger Substanz (männlichen Dotters) ist Anfangs, wie beim Ei, entschieden nackt, wie ich mit BISCHOFF gegen MEISSNER behaupten muss. Ob sie, wie THOMPSON behauptet, später an der Oberfläche zur Membran (männliche Dotterhaut) sich verdichtet, oder, wie BISCHOFF behauptet, nackt bleibt, wage ich nicht zu entscheiden. Das so erzeugte Gebilde, welches demnach aus einem Kernbläschen und einer körnigen Umhüllungskugel besteht, ist die männliche Keimzelle, die körnige Masse ihre Zellensubstanz. Ob auch, wie beim Ei

nun der ursprüngliche Kern dieser Keimzelle, nachdem er mit der Attraction der Zellensubstanz seine Aufgabe gelöst hat, schwindet, ob auch, wie beim Ei, der folgenden Furchung die Neubildung eines Kernes vorhergeht, darüber habe ich keine Beobachtungen. Die körnige Masse nimmt jetzt das von MEISSNER beschriebene strahlige Ansehen an, und zerklüftet sich zunächst in zwei, dann in vier Kugeln u. s. f.; jede solche Theilungskugel besteht aus einem Häufchen der körnigen Substanz und einem lichten Kern im Innern, wie man bei der Mehrzahl bei Anwendung von Druck erkennen kann. Ganz unbegreiflich und widersinnig ist MEISSNER's Behauptung, dass die sich zerklüftende körnige Substanz, die vorher nach seiner eigenen Angabe und ganz unzweideutig Zellensubstanz ist, jetzt die Bedeutung von Kernsubstanz annehmen, die durch Zerklüftung aus ihr gebildeten Kugeln Tochterkerne sein sollen! Es sind die letzteren die augenscheinlichen Analoga der Furchungskugeln des Eidotters und, wie diese, Zellen, auch wenn sie keine Membran haben. Von dem Vorhandensein einer Mutterzellenmembran, welche nach MEISSNER die Furchungskugeln gemeinschaftlich umschliesst, von ihnen ausgebuchtet und abgeschnürt werden soll, habe ich mich nicht überzeugen können. Der lichte Saum, welcher häufig an den Furchungskugeln hervortritt, besonders in wässrigen Flüssigkeiten, ist nichts Anderes als die hyaline Bindesubstanz der Körnchen; die scharfe Contour desselben, sowie die ziemlich feste Cohärenz der Kugeln ist kein Beweis für die Existenz einer Zellmembran. Erst nach Vollendung der Furchung umgeben sich die einzelnen Furchungskugeln mit Membranen; diese Zellen mit körnigem Inhalt und Kern sind die Entwicklungszellen der Saamenkörperchen, nicht aber, wie BISCHOFF meint, das Saamenkörperchen selbst. Ebenso wenig, als bei irgend einem Thiere, besteht bei den Nematoden das fertige Saamenkörperchen aus einer kernhaltigen Zelle; ebenso wie sich bei den Araneen und Myriapoden, bei denen man ebenfalls ursprünglich kernhaltige Zellen für Saamenfäden gehalten hat, die Entwicklung der Kerne dieser Zellen zu den wahren Saamenfäden herausgestellt hat, ist dies auch bei den Nematoden der Fall. Ich bin mit NELSON, MEISSNER und THOMPSON auf das Vollkommenste überzeugt, dass die oben beschriebenen probirglasartigen, oder glockenförmigen Cylinder die wahren Saamenkörperchen sind, dass sie durch Umwandlung der Kerne jener Zellen entstehen. Alle Gründe, welche BISCHOFF gegen diese Ansicht und für die Deutung der Cylinderchen als verkümmerte Epithelgebilde beigebracht hat, sind nicht stichhaltig. Ich habe mich ebensowenig, wie Andere, von dem organischen Zusammenhang der Cylinder mit der Membran des Eiweisseschlauches, noch viel weniger von einer regelmässigen epithelartigen Besetzung des letzteren mit solchen Cylindern überzeugen können. Dass die Körperchen nicht die allerentfernteste Aehnlichkeit mit einem Epithelialgebilde haben, dass sie nur zeitweilig, und zwar gerade während des Durchtrittes reifer Eier, im Eiweisseschlauch angetroffen werden, spricht schon gewichtig genug gegen BISCHOFF. Entscheidend aber ist nur die directe Beobachtung der Hervorbringung der Cylinderchen aus den beschriebenen Saamenzellen, und der Nachweis ihres Eindringens in die Eier. Ersterer Beweis ist meines Erachtens mit aller Bestimmtheit geliefert, und durch BISCHOFF's Einwände nicht entkräftet; ich habe in einem Falle vollkommen überzeugende Uebergangsformen gefunden; den zweiten Beweis können wir erst bei der Lehre von der Befruchtung zur Sprache bringen. Die Entwicklung der Saamenkörperchen aus jenen Bildungszellen geschieht nach meiner Ansicht auf die Weise, dass unter allmäliger Reduction des körnigen Zellinhaltes der Kern sich in das beschriebene glocken- oder probirglasähnliche Körperchen verwandelt. Dieser Kern ist wohl präformirt in jeder Bildungszelle enthalten, nicht aber in MEISSNER's Sinne, der den körnigen Zellinhalt Kern tauft; was MEISSNER Verdichtung dieser Kernsubstanz nennt, ist nur ein Hervortreten des präformirten Kernes aus dem allmähig schwindenden und sich aufhellenden Zellinhalt. In neuester Zeit sind der Entstehung der Geschlechtsstoffe bei den Nematoden abermals zwei gründliche Untersuchungen gewidmet worden, von CLAPARÈDE (*üb. Eibild. u. Befrucht. bei d. Nem., Ztschr. f. w. Zool. Bd. IV. pag. 106*) und von MUNK (*üb. Ei- u. Saamenbild. u. Befrucht. b. d. Nem., ebend. pag. 365*). Beide stimmen mit NELSON, MEISSNER, THOMPSON und mir in der Deutung jener Cylinderchen als Saamenkörper überein, und bringen für diese Deutung aus den Beobachtungen über die Genese der Körperchen unzweifelhafte Belege, so dass diese Frage für immer abgethan ist. In Bezug auf die Entwicklung stimmen MUNK's Beobachtungen fast genau mit dem oben von mir beschriebenen Bildungsgang überein. CLAPARÈDE und MUNK überzeugten sich beide von der vollständigen Analogie der Bildung der männlichen Keimzellen mit der Eibildung, gegen MEISSNER von der primären Bildung und Vermehrung nackter Keimbläschen, deren Umlagerung mit Dottersubstanz, in welcher sich die Körnchen bilden, und nachträglicher Umschliessung mit Membranen durch Verdichtung der

peripherischen Dotterschicht, endlich von der Vermehrung der so gebildeten männlichen Keimzellen durch Theilung, Furchung. Von hier an gehen indessen beide auseinander. Während CLAPARÈDE irrigerweise den entstandenen Tochterzellen einen Kern abspricht und die Saamenkörperchen als fingerhutförmige Auswüchse von der Peripherie dieser Zellen aus entstehen lässt, hat sich MUNK, wie ich, von der Existenz von Kernen in den Tochterzellen und ihrer Umwandlung zu den Saamenkörperchen überzeugt; der Kern wandelt sich nach MUNK unter gleichzeitigem Schwinden des körnigen Zelleninhaltes zunächst in eine hohle Halbkugel, dann in das beschriebene Kegelchen um, welches endlich durch Platzen der Zellmembran aus der Bildungszelle frei wird. Näher auf manche interessante Einzelheiten einzugehen, ist hier nicht der Ort; wir heben nur noch hervor, dass MUNK sehr plausible Aufklärungen über die Entstehung der Irrthümer in den Beobachtungen seiner Vorgänger giebt. — ⁴ Wir müssen hier noch einmal auf die eigenthümlichen Strahlencellen der Decapoden zurückkommen. Wir haben schon oben gesehen, dass dieselben wahrscheinlich nicht die wahren Saamenkörperchen, sondern nur deren Bildungszellen darstellen, die Saamenkörperchen aber von den Strahlen gebildet werden. Es fragt sich, wenn diese Ansicht richtig, wie die Entstehung dieser Strahlen mit KOELLIKER's neuem Gesetz in Einklang zu bringen ist. Ich habe keine eigenen Beobachtungen über diese Gebilde, finde aber in KOELLIKER's Beschreibung der Entwicklung derselben einige Momente, welche ein Auswachsen der Kerne dieser Zellen zu den Strahlen als möglich erscheinen lassen (*die Bildung der Saamenfäden u. s. w.* pag. 26). KOELLIKER giebt an, dass bei der Mehrzahl der Decapoden der Zellkern sich excentrisch lagert, einen Vorsprung an der Zelle bildet, und die Strahlen meist an der Stelle, wo der Kern ansitzt, hervorspriessen; dass ferner der Kern meist in dem Maasse verschwindet, als die Strahlen wachsen. Bei Pagurus entwickeln sich eigenthümliche Doppelbläschen, die KOELLIKER als Zellen mit ansitzendem Kern deutet, zu den Strahlencellen, indem aus einem der Bläschen die Strahlen hervorspriessen. KOELLIKER hält nun zwar gerade dieses Bläschen für die Zelle, allein es ist kein Beweis geliefert, so dass eine Umkehrung des Verhältnisses, die Deutung des die Strahlen entwickelnden Bläschens als Kern, recht wohl denkbar erscheint. Weitere Untersuchungen müssen hierüber entscheiden. — ⁵ REICHERT a. a. O.; LEUCKART a. a. O.; FUNKE, *Fortsetzung von GUENTHER's Lehrb. d. Physiol.* Bd. II. pag. 1056. — ⁶ REICHERT, a. a. O., pag. 125. — ⁷ STEENSTRUP, *Unters. über das Vorkommen des Hermaphroditismus*, pag. 105, hat den männlichen Keimzellen den unpassend gebildeten und weniger bezeichnenden Namen: „Saameneichen“ gegeben. — ⁸ Es ist auch hier von höchstem Interesse, einen vergleichenden Blick auf die Pflanzenwelt zu werfen, die Analoga des thierischen Saamens und seiner Formelemente aufzusuchen und ihre Genese zu betrachten. Es ist bekannt, dass bei den Kryptogamen schon vor langer Zeit in einzelnen Fällen, jetzt aber in grosser Ausbreitung Saamenfäden gefunden worden sind, die nicht allein in ihrem Bau und sonstigen Verhalten den thierischen vollkommen entsprechen, sondern auch in Bezug auf ihre Entstehungsweise die wunderbarste Uebereinstimmung mit letzteren zeigen. Auch hier lassen sich die augenscheinlichsten Beweise für die ursprüngliche Identität männlicher und weiblicher Keimzellen (Sphaeroplea) finden, auch hier ist die nächste Umwandlung der männlichen Mutterkeimzelle eine Art von Furchung, durch welche die Bildungszellen der Saamenfäden geschaffen werden. Zur Beleuchtung der Entstehungsfrage erlauben wir uns folgende Details anzuführen. Unter den niederen Algen ist bei Oedogonium, dessen Zeugungsvorgänge neuerdings PRINGSHEIM so vortrefflich aufgeklärt hat, das Saamenkörperchen der gesammte aus einer aufplatzenden Mutterzelle heraustretende Zelleninhalt. Bei Vaucheria und Sphaeroplea entstehen in einer Zelle aus deren Inhalt eine grosse Anzahl mit zwei Wimpern versehener kleiner Schwärmsporen, die als Saamenfäden functioniren, erwiesenermaassen durch freie Zellbildung (PRINGSHEIM). Von einer Deutung als Zellkerne kann bei diesen Pflanzen keine Rede sein, da die Zellen derselben überhaupt nie Zellkerne zeigen. Unter den höheren Algen erwähnen wir Fucus, bei welchem die männliche Keimzelle mit kleinen, zarten, kugligen Bläschen vollgepfropft erscheint, in deren jedem eine Schwärmspore eingeschlossen liegt (THURET). Von der Umwandlung eines Kernes der secundären Bläschen zu den Schwärmsporen ist nichts beobachtet. Bei den Charen entstehen die Saamenfäden in den Gliedern vielzähliger Zellreihen; jede dieser Gliederzellen hat in der Jugend einen kleinen wandständigen Kern, welcher verschwindet, später bildet sich in jeder ein abgeplattet ellipsoidisches freiliegendes grosses Bläschen, in welchem ein Saamenfaden entsteht. Diese letztgenannten Bläschen erscheinen offenbar als Zellen, gewiss nicht als Kerne; dass sie selbst Kerne enthielten und diese zu den Saamenfäden auswüchsen, davon ist auch hier keine Andeutung zu

sehen. Interessant ist die Bildung bei den Moosen und Lebermoosen. Hier bildet sich in den Antheridien durch Furchung von wenigen Mutterzellen ein geschlossenes Gewebe kleiner würfelförmiger Zellen mit sehr kleinen durchsichtigen Kernen und trübem Inhalt. Später findet man in ihnen einen ellipsoidischen scharf begränzten Ballen trüben Schleimes in heller Flüssigkeit, welcher sich mit einer durch Jod sich bläuenden Membran umgiebt, und bald darauf im Inneren einen spiralig eingerollten Saamenfaden enthält, welcher ausschlüpft und das Bläschen leer zurücklässt. Dass dieses Bläschen der metamorphosirte Kern sei, wie SCHACHT behauptet, ist durchaus unwahrscheinlich und würde auch nur zu KOELLIKER's früherer Theorie, nicht zu seiner jetzigen passen; es ist dieses Bläschen offenbar aus dem Inhalt der Zelle gebildet, selbst eine Zelle, von deren Kern und einem etwaigen Auswachsen desselben zum Saamenfaden aber nichts zu sehen ist. Ganz ähnlich verhält es sich bei den Farrenkräutern, deren Antheridien durch Furchung einer einzigen Urmutterzelle zahlreiche Tochterzellen, diese in sich Bläschen, und diese in sich die Saamenfäden bilden. Letztere brechen aus ihren Bildungsbläschen aus, können sich aber nicht immer ganz befreien, so dass sie Reste davon mit sich fort-schleppen. Ebenso verhält es sich bei den Equisetaceen, deren grosse schöne Saamenfäden durch einen eigenthümlichen flossenartigen Besatz an einem Ende, welcher täuschend an die undulirenden Membranen der Salamandersaamenfäden erinnert, ausgezeichnet sind. Ganz analog ist endlich auch die Bildung der Saamenelemente bei den Gefässkryptogamen mit zweierlei Sporen. (Vergl. HOFMEISTER, *Beitrag zur Kenntniss d. Gefässkryptogamen*, *Abhandl. d. k. sächs. Ges. d. Wissensch.* Bd. IV. *Taf. II, Fig. 7—17*, Bd. V. *Taf. XIII, Fig. 1—4*, 34—36.) Die sogenannte Mikrospore erzeugt in sich eine Tochterzelle, in welcher bei *Pilularia direct* ein Saamenfaden entsteht, bei *Salvinia* zunächst durch Furchung ein mehrzelliger Körper, von welchem wiederum jede Zelle in sich ein oder zwei Bläschen erzeugt, in denen nun die Saamenfäden entstehen. Die nach dem Austritt des Fadens leer zurückbleibende Membran besteht aus Cellulose, ist also ohnstreitig Zellmembran. Aus diesen Beobachtungen geht unzweifelhaft hervor, dass die Saamenfäden der Kryptogamen sämmtlich endogen in Zellen gebildet werden, mögen diese Zellen nun primäre oder secundäre Tochterzellen der Urkeimzellen sein; die auch bei den Pflanzen vielfach aufgetauchte Meinung, dass diese Bildungsbläschen Kerne seien, hat hier noch mehr Unwahrscheinliches als bei den Thieren, und ist schon durch die chemischen Reactionen ihrer Membran widerlegt (abgesehen davon, dass überhaupt bläschenförmige Kerne bei den Pflanzenzellen wahrscheinlich gar nicht existiren, so bestimmt es von NÄGELI behauptet wird). Wie aber in den nächsten Bildungsbläschen die Fäden selbst entstehen, darüber lässt sich gar nichts Bestimmtes aussagen. Welcher Theil bei den höheren phanerogamen Pflanzen dem thierischen Saamenfaden entspricht, ist noch immer streitig. Es liegt zwar am nächsten, dem Pollenkorn diese Rolle zuzuschreiben, allein es giebt auch gewichtige Bedenken dagegen. Das Pollenkorn ist ohnstreitig eine Zelle, der Pollenschlauch die ausgewachsene Cellulosemembran derselben, dringt auch nicht, wie der thierische Saamenfaden (und die Saamenelemente vieler Kryptogamen, *Oedogonium*, *Fucus*) in die zu befruchtende weibliche Keimzelle, sondern befruchtet, so viel wir wissen, wohl nur durch endosmotische Abgabe seines Inhaltes. Will man den Pollenschlauch der thierischen Bildungszelle parallelisiren, so fehlt ein directer Beweis; vielfache Bemühungen, diesen durch Auffindung geformter saamenfädenartiger Inhaltselemente zu führen, sind bis jetzt vergeblich gewesen. Weiter auf diese Verhältnisse einzugehen, verbietet der Raum. Ich erwähne schliesslich, dass ich die Mehrzahl der besprochenen Thatsachen aus HOFMEISTER's trefflichen Arbeiten und Privatmittheilungen geschöpft habe.

§. 279.

Chemische Constitution des Saamens. Unsere Kenntnisse von der Mischung des Sperma sind kaum exacter und tiefergehend, als die von der Zusammensetzung des weiblichen Keimstoffs, so klar für beide auf der Hand liegt, dass ihre physiologischen Functionen im aller-nächsten Causalitätsverhältniss zu ihrer chemischen Constitution stehen. So vielfach Sperma in neuerer und älterer Zeit analysirt worden ist, so wissen wir doch weder die Substanz, welche die Saamenfäden bildet,

noch die organischen Bestandtheile der Zwischenflüssigkeit genau zu charakterisiren. Die älteren Analysen von VAUQUELIN, JOHN und LASAIGNE sind zum Theil mit ejaculirtem Sperma angestellt, die neueren von FRERICHs mit dem Saft, welchen er durch Auspressen zerschnittener Hoden brünstiger Thiere (Karpfen, Hahn, Kaninchen) erhielt; KOELLIKER's Untersuchungen betreffen fast ausschliesslich reines Hodensecret. FRERICHs allein hat sich bemüht, durch Filtration die Formelemente des Saamens von der Zwischenflüssigkeit zu trennen, und beide isolirt zu untersuchen.¹ Die spärlichen Resultate dieser Analysen und der mikrochemischen Versuche sind folgende.

Der Saamen der Säugethiere ist im unvermischten Zustande eine ziemlich concentrirte Flüssigkeit, erhält aber auf seinem Wege verdünnere Zuthaten von dem Saamenleiter, Saamenblasen, Prostata und COWPER'schen Drüsen, so dass das ejaculirte Sperma beträchtlich ärmer an festen Bestandtheilen ist. Nach KOELLIKER giebt das reine Sperma des Ochsen etwa 17,6%, dass des Pferdes 18,06% trockenen Rückstand, wobei freilich nicht ermittelt ist, wie viel davon den Saamenfäden, wie viel der Zwischenflüssigkeit angehört, in welchen procentigen Verhältnissen beide feste Theile enthalten. Das unreife Sperma des Ochsen fand KOELLIKER weit verdünnter (11,736%), ebenso gab die gesammte Hodensubstanz des Ochsen beim Trocknen weniger festen Rückstand als der Saamen (13,035%). Dass der ejaculirte Saamen dünner als der Hodeninhalt sein muss, folgt schon aus dem mikroskopisch nachgewiesenen Unterschied in der relativen Menge der Zwischenflüssigkeit, welche doch sicher verdünnter als die Saamenfädensubstanz ist, aber auch aus VAUQUELIN's Analysen, welcher im ejaculirten menschlichen Sperma nur etwa 10% feste Bestandtheile fand. Die Flüssigkeit, welche KOELLIKER aus der Saamenblase eines brünstigen Frosches erhielt, war sehr arm an festen Bestandtheilen, enthielt nur 2,341%, was nicht Wunder nehmen kann, da hier Harn und Saamen vermengt sind. Im Inhalt der Froschhoden fand KOELLIKER 14,24% feste Bestandtheile, und rechnet davon 2—4% auf die Hodensubstanz, Blutgefässe und Blut, so dass 10—12% dem Samen bleiben. Hierdurch glaubt er seinen aus dem Verhalten der Saamenfäden gegen verschiedene Agentien gezogenen Schluss, dass sie wasserreicher als die der Säugethiere sind, bestätigt zu haben. Das geht indessen keineswegs aus jener Bestimmung hervor, bei welcher die relative Menge der Fäden und der Saamenflüssigkeit nicht im Mindesten berücksichtigt ist; trotz der geringeren Concentration des Gesamtsaamens kann sehr wohl die Saamenfädensubstanz selbst dichter als bei Säugethiern sein. Am concentrirtesten ist nach KOELLIKER der Saamen der Fische; der des Karpfens gab 24,11% festen Rückstand.

Ueber die Constitution der Saamenfäden, deren Erkenntniss sehr wünschenswerth ist, seitdem wir wissen, dass diese Elemente überall bei der Befruchtung in das Ei eindringen und im Dotter sich auflösen, lässt sich nichts Befriedigendes sagen. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Saamenfäden völlig homogen sind, ihr Verhalten gegen Agentien

lässt immer noch auf eine Zusammensetzung aus Hüllenmembran und Inhalt schliessen; direct erwiesen ist, dass sie nicht aus einer einfachen Substanz bestehen. FRERICHS, welcher sie durch Filtration und Aus-süssen von der Zwischenflüssigkeit trennte, schliesst aus einigen Reactionen (Löslichkeit in Alkalien, Fällbarkeit der alkalischen Lösung durch Essigsäure u. s. w.), dass der wesentliche Bestandtheil jenes von MULDER sogenannte Proteindeutoxyd sei, verbunden mit gewissen Mengen eines eigenthümlichen butterartigen Fettes und nicht unbeträchtlichen Mengen von Mineralbestandtheilen. Hiergegen ist zu bemerken, dass erstens die von FRERICHS angegebenen Reactionen nicht genügen, die fragliche Substanz mit MULDER's Proteindeutoxyd zu identificiren, zweitens, dass dieses selbst ein sehr schlecht charakterisirter chemischer Stoff ist, so dass nicht einmal viel gewonnen wäre, wenn die Identität streng erwiesen würde. KOELLIKER hat sorgfältig das mikrochemische Verhalten der Saamenfäden studirt, und fand nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten bei verschiedenen Thieren, während FRERICHS ausdrücklich das identische Verhalten bei Karpfen, Hähnen und Kaninchen hervorhebt. Die Saamenfäden der Säugethiere sind nach KOELLIKER unlöslich in concentrirter Schwefelsäure, concentrirter Salpetersäure (welche sie etwas gelb färbt), concentrirter Essigsäure (selbst beim Kochen) und kalter concentrirter Salzsäure; Kochen mit Salzsäure macht die Körper sehr blass, während die Schwänze dadurch verkürzt werden und schrumpfen; Zucker und Schwefelsäure färbt blos die Zwischenflüssigkeit, nicht die Saamenfäden purpurroth. Aetzende Alkalien lösen sie auf, doch besonders die Körper selbst im concentrirten Zustande nur langsam; in kohlen-sauren Alkalien sind sie nach KOELLIKER selbst beim Kochen unlöslich, während Andere sie sich auflösen sahen. Weit weniger resistant fand KOELLIKER die Saamenelemente des Frosches, besonders die Fäden. Letztere lösen sich in Essigsäure schon in der Kälte, die Körper bleiben aber auch hier selbst beim Kochen mit Essigsäure ungelöst, wenn auch aufgequollen und blass zurück. Salpeter- und Salzsäure lösen die Fäden leicht, die Körper sehr schwer; in Alkalien sind beide ziemlich leicht löslich. Aehnlich verhalten sich die Saamenfäden der Fische, von denen KOELLIKER hervorhebt, dass sie durch Jod gelb und bei Zusatz von Schwefelsäure braunroth gefärbt werden. Karpfensaamen, welcher drei Tage in einer 10% Lösung von schwefelsaurem Natron gestanden hatte, enthielt ausgezeichnete nervenmarkähnliche Tropfen, VIRCHOW's „Myelin“; ² dieselben Gebilde kamen zum Vorschein, wenn der Rückstand des alkoholischen Extractes frischen Ochsen-saamens mit Wasser behandelt wurde. Daraus schliesst KOELLIKER, dass der Saamen eine dem Gehirnfett ähnliche Substanz enthalte, und das „Quellungsvermögen desselben“ vielleicht die Veränderungen der Saamenfäden durch Wasser erkläre. So interessant dieser Befund, so dürfen wir uns doch nicht verhehlen, dass damit nichts gewonnen ist; geben wir selbst zu, dass die im Saamen sich ausscheidenden Tropfen identisch mit VIRCHOW's Myelin, so weiss doch Jeder, dass dieses Myelin nichts weniger als eine bekannte chemische Substanz, höchst wahrscheinlich nicht ein-

mal, wie KOELLIKER anzunehmen scheint, ein einfaches Fett ist, dass auch die Gehirnfette noch äusserst dürftig bekannte Substanzen sind. Wichtiger und brauchbarer wäre es, wenn sich GOBLEY's³ Behauptung, dass der Fischsaamen Glycerinphosphorsäure präformirt enthalte, bestätigte. Die beschriebenen Reactionen der Saamenfäden gegen Säuren und Alkalien gestatten leider auch keinen bestimmten Schluss; KOELLIKER meint, dass die Fäden bei den Fröschen und Fischen wahrscheinlich aus einem Proteinkörper bestehen, nicht aber die Grundsubstanz der Körper, die sich in ihrem Verhalten mehr der Kernsubstanz, theilweise auch dem elastischen Gewebe nähere, Vermuthungen, denen ebenfalls wenig Werth beigelegt werden kann. Der Reichthum der Saamenfäden an Mineralbestandtheilen ergiebt sich aus der Thatsache, dass bei vorsichtigem Einäschern von Saamenfäden auf einer Glasplatte die Asche in Gestalt der ursprünglichen Körper zurückbleibt. Es soll die Asche nach FRERICHS 5,21 % betragen, und neben freier Phosphorsäure besonders phosphorsauren Kalk enthalten.

Was die Zwischenflüssigkeit betrifft, so fand FRERICHS dieselbe klar, von neutraler Reaction, die ersten Portionen des Filtrats enthielten keinen, wohl aber die letzten einen durch Hitze coagulirbaren Eiweisskörper. Der beim Trocknen zurückbleibende Rückstand ist in Wasser zum Theil unlöslich, der von Wasser bewirkte Niederschlag löst sich in verdünnten Alkalien, wird daraus durch Essigsäure gefällt, durch Ueberschuss derselben wieder gelöst, ferner gefällt durch concentrirte ätzende und kohlensaure Alkalien. Nach KOELLIKER gerinnt das Filtrat reinen mit Wasser verdünnten Hodensecretes nicht beim Kochen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Zwischenflüssigkeit einen Eiweisskörper enthält, welcher im reinen Hodensecret nur in sehr geringen Mengen enthalten ist, durch die accessorischen Secrete demselben in grösserer Menge zugeführt wird, und dem ejaculirten Saamen wahrscheinlich die Eigenschaft, an der Luft zu gelatiniren, ertheilt. Es ist aber kein Grund vorhanden, diese Substanz mit VAUQUELIN für einen specifischen Proteinkörper, den er Spermatin nennt, oder mit HENLE für gerinnbaren Faserstoff zu halten; höchst wahrscheinlich ist es das in anderen thierischen Säften vorkommende Natronalbuminat. Die Mineralbestandtheile der Zwischenflüssigkeit sind die des Blutserums; FRERICHS fand in der Asche Chloralkalien, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien und phosphorsaure Erden. Die Gegenwart phosphorsaurer Magnesia ist durch die reichliche Bildung von Tripelphosphatkrystallen bei der spontanen Zersetzung des Sperma dargethan.

¹ Vergl. VAUQUELIN, in BERZELIUS' *Lehrb. d. Chemie*, Bd. IX. pag. 634; FRERICHS, WAGNER u. LEUCKART, Art.: *Semen* in TODD's *Cyclop.*; KOELLIKER, *physiol. Studien über d. Saamenflüssigkeit*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VII. pag. 201; LEHMANN, *Lehrb. d. phys. Chemie*, Bd. II. pag. 301. — ² VIRCHOW, *Arch. f. path. Anatomie*, Bd. VI. pag. 562. — ³ GOBLEY, *Ann. d. Chemie u. Pharmacie*, Bd. LX. pag. 275.

MAENNLICHE ZEUGUNGSEINRICHTUNGEN.

§. 280.

Bei den männlichen Individuen ist ebensowenig, wie bei den weiblichen, mit der Bereitung des Keimstoffes der ihnen zugefallene Theil der Zeugungsgeschäfte erschöpft. Bei dem Menschen und einer grossen Anzahl von Thieren liegt dem Manne die Verpflichtung ob, den bereiteten Saamen unter geeigneten Verhältnissen in die weiblichen Geschlechtsorgane überzuführen, um dort die aus ihren Bildungsstätten gelösten Eichen zu befruchten. Die Befruchtung innerhalb des weiblichen Organismus, mithin die eben genannte Zeugungsthätigkeit des Mannes, ist begreiflicherweise überall da nothwendig, wo entweder, wie bei Mensch und Säugethieren, das befruchtete Ei seinen ganzen Entwicklungsprocess innerhalb des mütterlichen Organismus zu durchlaufen hat, oder wo es auf seinem Wege von seiner Bildungsstätte zur Aussenwelt für den Saamen impermeable accessorische Umhüllungen erhält, oder endlich, wo die beiderseits nach aussen entleerten Stoffe in dem äusseren Medium sich leicht verfehlen, mithin beide, ohne ihren Zweck zu erfüllen, zu Grunde gehen würden. Alle für die Ueberführung des Saamens in die weiblichen Geschlechtsapparate bestimmten Organe werden mit dem Namen männliche Begattungswerkzeuge bezeichnet; Beschaffenheit und Einrichtung derselben ist sehr mannigfach. Das Begattungsorgan des Menschen und der Säugethiere ist das sogenannte männliche Glied, oder Ruthe, *penis*; es stellt dasselbe einen cylindrischen, von einem als Fortsetzung des Saamenleiters und als Harnweg dienenden Kanal durchbohrten, ausserordentlich gefässreichen Leibesanhang von eigenthümlichem Bau dar, welcher durch eine eigenthümliche Veränderung, die sogenannte *Erection*, eine der weiblichen Scheide entsprechende Form und gewisse für die Zwecke der Begattung nothwendige physikalische Eigenschaften erhält, welcher ferner an der Oberfläche seines vordersten Theiles, der Eichel, mit zahlreichen sensibeln Nervenendigungen versehen ist, deren bei der Begattung herbeigeführte Erregung auf reflectorischem Wege die Entleerung des Saamens vermittelt.

Der Penis besteht bekanntlich aus drei „cavernösen“ Körpern, den beiden Schwellkörpern (oder Zellkörpern) der Ruthe und dem Schwellkörper der Harnröhre, letzterer überragt die ersteren mit seinem vorderen verdickten kegelförmigen Ende, der Eichel, an deren Spitze die in seiner Achse verlaufende Harnröhre sich öffnet. Der eigenthümliche Bau dieser Schwellkörper ist kurz folgender.¹ Jeder besteht aus einer äusseren derben Faserhaut und einem dieselbe ausfüllenden schwammigen Gewebe, d. h. einem dichten Netzwerk nach allen Seiten sich durchkreuzender Bälkchen und Fäserchen, und dem dazwischen befindlichen Maschenwerk kleiner rundlicher oder länglicher eckiger Hohlräume, welche sämmtlich untereinander communiciren und daher in jedem Schwellkörper ein einziges zusammenhängendes Kanalsystem bilden. Dieses Kanalsystem führt venöses Blut und ist seiner Bedeutung nach ein Venensystem, welches sein Blut aus den in den

Bälkchen verlaufenden Arterien erhält, und dasselbe in wenige aus den Schwellkörpern hervortretende Venenstämmchen durch kurze Emissarien sammelt. Die Balken bestehen durchweg aus einer bindegewebigen Grundmasse, in welche nach KOELLIKER'S Entdeckung zahlreiche glatte Muskelfasern, contractile Faserzellen eingebettet sind. In der Achse der Balken verlaufen geschlängelt die Arterien, verzweigen sich, und schicken von ihren feinsten Zweigen aus kurze nicht miteinander communicirende Capillarästchen in die die Balken umgebenden Venenräume. Aeusserlich sind die Balken von einem Epithel, dem gewöhnlichen Pflasterepithel der Veneninnenhaut überkleidet. Eigenthümlich und charakteristisch für den Bau der erectilen Organe ist die Beschaffenheit der zuführenden Arterien, über welche erst jetzt völlige Klarheit erlangt worden ist. J. MUELLER machte zuerst auf die in den Wurzeln der Schwellkörper sich findenden, von ihm sogenannten rankenförmigen Arterien (*arteriae helicinae*) aufmerksam, und beschrieb sie als Büschel von rankenförmig gewundenen, in kolbigen Divertikeln blind endigenden Arterien. Nach MUELLER wurden sehr verschiedene Ansichten über diese auffallenden Gebilde laut; einige Beobachter läugneten, dass es überhaupt Gefässe seien, erklärten sie vielmehr für losgerissene Bälkchen, andere läugneten die blinde Endigung (VALENTIN, HENLE, KOELLIKER). KOELLIKER glaubte beobachtet zu haben, dass von jedem der scheinbar blinden Divertikel ein ausserordentlich feines Arterienreis abgehe, welches sich, wie die übrigen Arterien, in ein Bälkchen begeben. In neuester Zeit hat ROUGET ziemlich sicher erwiesen, dass weder die blinde Endigung, noch der plötzliche Uebergang starker Divertikel in feine Gefässe vorhanden, dass vielmehr die fraglichen Arterien, wie die Arterien aller erectilen Organe, aus kurzen Stämmchen und büschelförmig davon ausgehenden Aesten bestehen, welche letztere nach ranken- und schlingenförmigen Windungen sich wiederum verästeln in zahlreiche korkzieherförmig gewundene Zweige; letztere treten dann in die Bälkchen ein. Die irrigen Ansichten von MUELLER und KOELLIKER leitet ROUGET theils aus der Unvollkommenheit der Injectionen, theils aus der Verwechslung schlingenförmiger Umbiegungen mit blinden Enden her.²

Das so beschaffene männliche Begattungsorgan wird zur Ausübung seiner Function durch die auf bestimmte Veranlassungen eintretende Veränderung, die Erection, fähig.³ Die Erection besteht in einer beträchtlichen Volumenzunahme des Penis, wobei derselbe eine vollkommene Steifheit und eine beträchtliche Härte erlangt, zugleich in Folge der weniger nachgiebigen Anheftung seines Hautüberzuges nach oben aus seiner herabhängenden Lage sich aufrichtet und eine schwach gebogene (auf der Bauchseite concave) Form, welche der des weiblichen Scheidenkanals entspricht, annimmt. Die nächste Ursache dieser Veränderung ist unzweifelhaft eine beträchtliche Blutüberfüllung der venösen Hohlräume, wie einfach durch den Umstand bewiesen wird, dass man an der Leiche den Penis durch Injection seiner Blutgefässe in die vollkommenste Erection versetzen kann. Wie aber diese Blutüberfüllung zu Stande

kommt, welche Momente direct oder mittelbar die Ausdehnung der Venenräume herbeiführen, ist noch immer, trotz vielfacher Experimente, nicht mit Sicherheit ermittelt. Wird die Blutüberfüllung durch vermehrten Zufluss, oder durch gehemmten Abfluss, oder durch beide zugleich bedingt, und wodurch werden diese wiederum verursacht? Viele ältere Erklärungsversuche, die Annahme eines activ erectilen Gewebes (CHAUSSIER und ADELON), die Behauptung, dass die *musculi bulbo-* und *ischiocavernosi* durch Contraction die Wurzeln der Schwellkörper comprimiren und dadurch Blutstocken und Erection herbeiführen (KRAUSE) bedürfen keiner speciellen Widerlegung mehr. Seit der Entdeckung der glatten Muskelfasern in den Balken lag es nahe, eine Beziehung dieser activen Bewegungsorgane zur Erection zu vermuthen, indessen ist von allen auf diese Elemente begründeten Erectionstheorien keine einzige thatsächlich erwiesen, keine ohne gewichtige Bedenken. Eine ganze Reihe dieser Hypothesen stimmt insofern überein, als sie eine Contraction der glatten Muskeln auf irgend eine Weise die Blutüberfüllung herbeiführen lassen. So glaubte HERBERG, dass diese Muskeln an den Wurzeln des Gliedes die Ausgänge der Venen verschliessen, die *arteriae profundae* dagegen erweitern, mithin gleichzeitig den Abfluss hemmen, den Zufluss befördern sollten. VALENTIN meinte ursprünglich, dass die Balkenmuskeln durch ihre Contraction eine Erweiterung der Venensinus bewirken könnten, scheint sich aber selbst von der physikalischen Unmöglichkeit dieser Muskelwirkung überzeugt zu haben, indem er neuerdings für wahrscheinlicher hält, dass eine Contraction der in den Wänden der venösen Abzugskanäle enthaltenen Muskeln eine Verengerung des Abflussweges und dadurch Blutstauung bedinge. KOBELT läugnet active Contraktionen der Abzugskanäle des Blutes, glaubt aber, dass dieselben sich durch eine Art Ventilvorrichtung schliessen können, indem er beobachtete, dass Injectionsmasse oder auch Luft, welche er durch eine schiefe Einstichöffnung in die *corpora cavernosa* brachte, nicht aus ihnen durch die abführenden Venen entwich. ROUGET nimmt, wie wir schon bei Betrachtung der von ihm sogenannten Erection des Uterus und der Ovarien sahen, eine Verengerung der Abflusskanäle des Blutes durch die Contraction der sie umspinnenden Muskeln an. Allen diesen Theorien steht die von KOELLIKER gegenüber, eine Theorie, welche aber freilich ebenso ohne alle thatsächlichen Beweise dasteht, und wenn auch Manches für sich, doch gewichtige Bedenken auch gegen sich hat. Nach KOELLIKER beruht die Erection nur auf einem vermehrten Blutzufluss durch die erweiterten Arterien, bei gleichzeitig erweiterten venösen Sinus, ohne Hemmung des Abflusses. Die Erweiterung der Arterien und Venen ist aber nach ihm die Folge einer Erschlaffung der fortwährend in mittlerer Contraction begriffenen Balkenmuskeln, während deren vermehrte Contraction nothwendig eine Verkleinerung des Gliedes durch Verengerung seiner Blutgefässe herbeiführen muss. Geben wir den Vordersatz zu, dass die Penismuskeln sich in continuirlichem Tonus befinden, so lässt sich gegen KOELLIKER'S Schlussfolgerungen an sich nichts einwenden. Kälte,

welche erregend auf andere glatte Muskeln, z. B. das Scrotum oder die Haarbälge der Haut wirkt, verkleinert den Penis beträchtlich, indem sie nach KOELLIKER die Contraction der Balkenmuskeln nicht herbeiführt, sondern nur vermehrt. Erschlaffen die Muskeln durch irgend welchen Einfluss vollständig, so muss nothwendig eine Verlängerung aller Balken und dadurch Vergrößerung aller von den Balken eingeschlossenen Hohlräume die Folge sein, ebenso nothwendig muss diese Raumvergrößerung einen vermehrten Blutzufluss bedingen. Die Verlängerung der Balken soll aber auch direct insofern den Blutzufluss befördern, als durch sie die Mündungen der kleinen Arterienausläufer in die Sinus erweitert, und durch Geradestreckung der vorher geschlängelten Arterien deren Widerstand gegen den Blutstrom verringert wird. Gleichzeitig aber soll ferner der vermehrte Zufluss durch Erschlaffung der ebenfalls im Tonus befindlichen glatten Muskeln der Arterienwände selbst herbeigeführt werden. Endlich hält KOELLIKER auch eine Erweiterung der Arterien durch die Ausdehnung des Balkengewebes für möglich, indem er sich darauf bezieht, dass z. B. auch die Harnröhre bei der Erection erweitert werde. Eine besondere Hemmung des Abflusses ist nach ihm nicht nöthig zur Erection, es sei eine solche gewissermaassen schon dadurch bedingt, dass sich die spärlichen Abzugskanäle mit der Vergrößerung der cavernösen Bluträume im Innern nicht entsprechend vermehren oder erweitern; er giebt aber die Möglichkeit zu, dass bei der Ausdehnung des Gliedes die schief austretenden Emissarien an der Austrittsstelle in gewissem Grade comprimirt werden.

Ich habe mich früher bemüht, die Bedenken, welche dieser Theorie entgegenstehen, auseinanderzusetzen, indem ich vor Allem hervorhob, dass jene continuirliche, nur während der Erection zeitweilig in Erschlaffung übergehende Contraction der Balkenmuskeln weder erwiesen noch wahrscheinlich sei, da zur Zeit kein einziger wirklicher Beweis für die Existenz eines continuirlichen Tonus bei irgend einem Muskel vorlag. Erwiesen ist nun dieser Tonus der Balkenmuskeln auch heutzutage keineswegs, allein er ist seitdem wenigstens in beträchtlichem Grade wahrscheinlicher, seine Annahme überhaupt erst statthaft geworden, seitdem die oben weitläufig erörterten Beweise für die Existenz eines Tonus der Arterienmuskeln durch die Experimente von BERNARD u. A. geliefert worden sind. Die constante Erweiterung der Arterien nach Durchschneidung der Gefässnerven lässt sich nicht anders als durch die Annahme einer solchen stetigen Contraction der Gefässmuskeln, welche mit dem Wegfall des sie beherrschenden Nerveninflusses in Erschlaffung übergeführt wird, erklären. Seitdem dieser Beweis für eine bestimmte Classe von glatten Muskeln geführt ist, liegt die Möglichkeit nahe, dass auch andere glatte Muskeln ein analoges Verhalten zeigen, und demnach muss KOELLIKER's Vordersatz jetzt mindestens als eine statthafte Hypothese gelten. Allein es ist mit dieser Hypothese weder Alles erklärt, noch dieselbe gegen alle Einwände gesichert. Noch immer halte ich für einen gewichtigen Einwand den Umstand, dass sich der Penis nach dem Tode, mit welchem doch sicher auch der Tonus

vernichtet wird, nicht erigirt, oder, wenn man hier die Gerinnung des Blutes und seine dadurch bedingte Behinderung, den vergrösserten Raum auszufüllen, als Ursache des Nichteintretens der Erection gelten lassen will, warum erigirt sich nicht jedes abgeschnittene Stückchen Penis, in welchem doch die Luft den zunehmenden Raum ausfüllen könnte? Jedenfalls fehlt noch jeder directe Beweis für KOELLIKER's Erschlaffungstheorie. Ein solcher wäre geführt, wenn ein gleiches Experiment mit gleichem Erfolg angestellt wäre, wie die, auf welche sich jetzt die Annahme des Arterientonus stützt, wenn mit Bestimmtheit die motorischen Nervenfasern der Balkenmuskeln aufgefunden und die Erection als constante Folge ihrer Durchschneidung beobachtet wäre. Sollte übrigens bei Durchschneidung gewisser zum Penis gehender Nerven Erection wirklich eintreten, so bliebe immer noch der schwierige Beweis zu führen, dass die primäre Folge der Durchschneidung Erschlaffung der Balkenmuskeln und nicht vielleicht blos der Arterienmuskeln sei, da ja recht wohl denkbar ist, dass die auf letzterem Wege herbeigeführte Arterien-erweiterung allein die Erection hervorbringen könnte. Allein weder KOELLIKER noch irgend Jemand hat einen solchen Experimentalbeweis geliefert, wohl aber ist erwiesen, dass Durchschneidung der *nervi dorsales penis* beim Pferde keine Erection bewirkt, im Gegentheil nach dieser Operation überhaupt keine Erection mehr eintritt (HAUSMANN und GUENTHER). Dieses negative Resultat ist aber auch kein unumstösslicher Gegenbeweis gegen KOELLIKER, da nicht dargethan ist, dass die genannten Nerven die motorischen Fasern der Balkenmuskeln enthalten. Es ist überhaupt die Frage nach der Art der Nerventhätigkeit, durch welche die Erection eingeleitet wird, durchaus noch nicht genügend zu beantworten. Es steht fest, dass der Nerveneinfluss, welcher direct die Steifung des Gliedes bedingt, auf irgend eine Art vom Rückenmark ausgeht, sei es, dass er dort primär entsteht, sei es, dass er auf reflectorischem Wege ausgelöst wird, oder der Anstoss vom Gehirn aus erfolgt. Es führen daher auf der einen Seite wollüstige Sinneseindrücke, wollüstige Vorstellungen, auf der anderen Seite Druck auf das Rückenmark, oder Verletzung desselben (daher regelmässig Erection bei Erhängten und Enthaupteten), endlich Reizung der sensibeln Nervenenden der Eichel (vielleicht auch der sensibeln Nerven der Mastdarmschleimhaut) zur Erection. Von welcher Art ist aber der primär oder secundär vom Rückenmark ausgehende Nerveneinfluss? KOELLIKER hat hierauf mit einer geistreichen Hypothese geantwortet. Nach seiner Theorie können die Nervenfasern, welche das Rückenmark, während es Erection einleitet, in Erregung versetzt, nicht die Motoren der Balkenmuskeln sein. Es bleiben daher nur zwei Annahmen offen: entweder es entspringen vom Rückenmark die motorischen Fasern der Balkenmuskeln und werden von dort her beständig in einem gewissen geringen Grad der Erregung, der den Tonus der Muskeln bedingt, unterhalten; dann entsteht die Erection, wenn die erregende Thätigkeit dieser Centra im Rückenmark sistirt wird, sei es durch den centripetal geleiteten Erregungszustand der sensibeln Eichelnerven, sei es vom Hirn aus; in letzterem Falle wäre die Hemmung der Erregung

der motorischen Balkennerven ein Analogon der Hemmung der vom Rückenmark vermittelten Reflexbewegungen animaler Muskeln durch den Willen. Oder die vom Rückenmark entspringenden Penisnerven verhalten sich zu den Balkenmuskeln wie die Vagusfasern zum Herzmuskel, oder die Splanchnicusfasern zu den Dünndarmmuskeln, sind Hemmungsnerven, während die motorischen Fasern der Balkenmuskeln von den zahlreichen sympathischen Ganglien, welche Fäden zu den Schwellkörpern abgeben, entspringen. Letztere Annahme ist es, mit welcher KOELLIKER selbst die Entstehung der Erection erläutert, indem er diesen Vorgang dem Stillstand des Herzens in der Diastole bei Reizung des Vagus an die Seite stellt, durch die vom Rückenmark ausgehende Erregung der Hemmungsnerven den von den Ganglien des Sympathicus ausgehenden stetigen Bewegungsantrieb inhibirt werden lässt. So scharfsinnig diese Hypothese, so ist es doch eben nur eine Hypothese, weder gestützt auf den Nachweis eines ähnlichen anatomischen Verhaltens der fraglichen Spinalfasern zu den Ganglien, wie es für die Vagusfasern zu den Herzganglien wenigstens wahrscheinlich gemacht ist, noch bis jetzt erwiesen durch ein dem WEBER'schen Vagusversuch, oder dem PFLUEGER'schen Splanchnicusversuch entsprechendes Experiment. Unter diesen Verhältnissen durfte KOELLIKER's Theorie der Erection nicht als feststehende Erklärung wiedergegeben werden; die ausführliche Kritik derselben entschuldige ich damit, dass es meines Erachtens in einem Lehrbuche mehr als irgendwo Pflicht ist, Hypothesen und erwiesene Thatsachen streng auseinander zu halten, bei jeder Hypothese das Für und Wider unbefangen abzuwägen.

Auf eine specielle Beschreibung der verschiedenen Arten und Formen der Begattungsorgane in der Thierreihe können wir nicht eingehen. Nur so viel, dass ein in Gestalt und Einrichtung dem menschlichen Penis entsprechendes Organ eigentlich nur den Säugethieren zukommt, aber auch hier schon vielfache Abweichungen zeigt, so z. B. dass zuweilen ein besonderer Ruthenknochen, um dem Penis die erforderliche Steifheit zu geben, zwischen die *corpora cavernosa* eingeschaltet ist. Bei der Mehrzahl der Vögel ist das Begattungsorgan sehr wenig entwickelt, ist nirgends von einem Kanal durchbohrt, höchstens mit einer Rinne versehen, in welcher der Saamen aus der männlichen in die weibliche Kloake überfließt, stellt bei vielen nur eine warzenförmige Erhebung dar, welche zur sicheren Aneinanderheftung der beiderseitigen Geschlechtsöffnungen dient. Am ersten zeigt noch das beim Strauss vorhandene, in der Kloake verborgene, daraus hervorstreckbare Organ Aehnlichkeit mit der menschlichen Ruthe. Unter den Amphibien besitzen nur wenige Begattungsorgane; bei den Sauriern und Schlangen kommt eine doppelte Ruthe zur gleichzeitigen Einführung in beide Eileiter vor. Bei den Fischen fehlt selbst bei den Arten, bei welchen innere Befruchtung stattfindet, jedes eigentliche Begattungsorgan. Mannigfach sind die betreffenden Einrichtungen bei den wirbellosen Thieren, bei welchen nicht immer ein besonderes Organ vorhanden ist, sondern häufig andere Körpertheile als Werkzeuge zur Ueberführung des Saamens in die weiblichen Genitalien

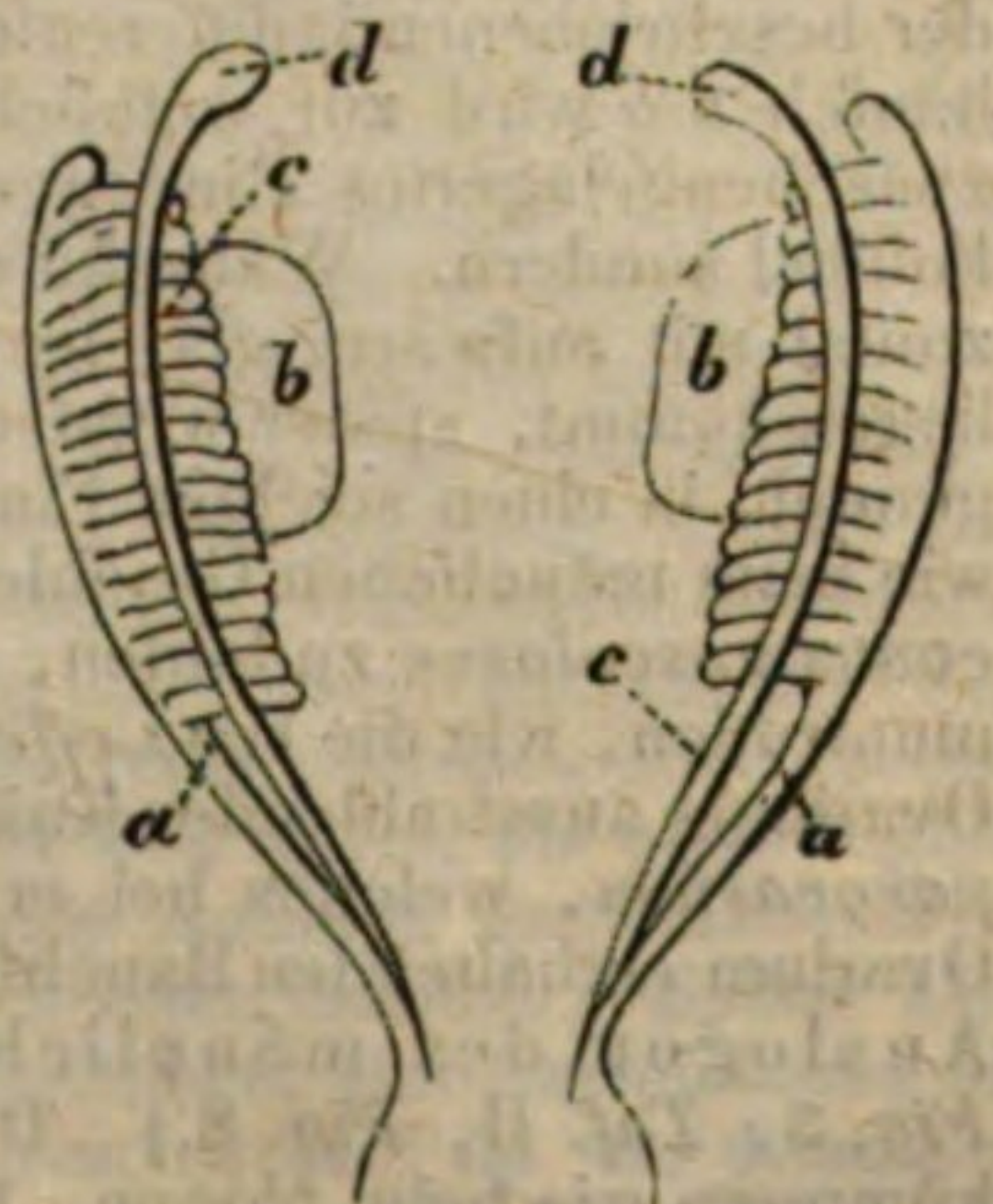
verwendet werden. Wir erinnern an die röhrenförmige Verlängerung des hinteren Leibesendes bei den Hexapoden, an die rinnenförmige Ausbuchtung der Afterfüsse bei einigen Krebsen, an die in der Mitte des Leibes befindliche gestielte Blase bei den Libellen, an die Verwendung der Unterkiefertaster zu Saamenträgern bei den Spinnen u. s. w.

Was die übrigen männlichen Geschlechtseigenthümlichkeiten⁴ anlangt, so bestehen dieselben beim Menschen in weniger auffallenden Verschiedenheiten von den analogen Bildungen des weiblichen Organismus, lassen sich alle auf geringe Unterschiede des Wachstums und der Ernährung zurückführen. Dass es überhaupt keine männliche Geschlechtseigenthümlichkeit giebt, welche nicht ein vollständiges Analogon beim Weibe hätte, haben wir schon oben erörtert; auch der Penis des Mannes ist keine ihm eigenthümliche Bildung, sondern vollkommen identisch mit der Clitoris des Weibes, aus derselben embryonalen Anlage, wie diese, durch eine wenig modificirte Umgestaltung und intensiveres Wachsthum hervorgegangen. Der männliche Geschlechtshabitus des menschlichen Körpers zeigt sich in der überwiegenden Entwicklung der Bewegungsorgane, Knochen und Muskeln, in der kräftigeren Ausbildung und etwas abweichenden Gestaltung des Thorax, der geringeren Breite und anderweitigen geringen Formverschiedenheiten des Beckens, der ungleich beträchtlicheren Entwicklung des Kehlkopfes in seinen Knorpeln und Bändern, deren grössere Dimensionen die tiefere Lage und den eigenthümlichen Klang der männlichen Stimme bedingen, in dem stärkeren Wachsthum der Barthaare. Wenn für manche dieser Eigenthümlichkeiten Zweck und Zusammenhang mit den Zeugungsgeschäften unerklärlich scheint, so giebt es doch keinen schlagenderen Beweis für ihr Bedingtsein durch die Gegenwart männlicher Keimdrüsen, als die bekannte Thatsache, dass sie bei Castraten nicht zur Ausbildung, oder wenn sie schon vorhanden waren, theilweise zur Rückbildung kommen. Bei Castraten behält der Kehlkopf seine kleinen Dimensionen, daher auch Lage und Klang der weiblichen Stimme, die Bartentwicklung fällt weg, Rumpf und Glieder nähern sich dem oben beschriebenen weiblichen Habitus. Von welcher Art das organische Abhängigkeitsverhältniss zwischen Kehlkopf und Hoden, lässt sich nicht einmal vermuthen. Die Bedeutung mancher dieser Eigenthümlichkeiten für die männlichen Zeugungsaufgaben leuchtet besser bei den Thieren, bei welchen sie in höherem Grade vorhanden sind, ein. So ist eine weit verbreitete Auszeichnung der männlichen Thiere die Ausstattung mit besseren Bewegungsorganen, oft sogar mit eigenthümlichen, bei den Weibchen nur andeutungsweise vorhandenen Locomotionsapparaten (z. B. die Flügel der männlichen Schildläuse). Der Zweck dieser Auszeichnung erklärt sich offenbar aus den Pflichten der Männchen, die Weibchen zur Begattung aufzusuchen, oder Nahrung für die junge Brut herbeizuschaffen, oder dieselbe auch gegen Feinde zu vertheidigen. Für letzteren Zweck sind den Männchen oft noch besondere Waffen in Hörnern, Geweihen u. s. w. gegeben. Auch die Begabung mit besseren Stimmmitteln treffen wir häufig bei männlichen Thieren, in auffallender Weise bei vielen

Vögeln, offenbar zu dem Zweck der Kundgebung für das brünstige Weibchen und ihrer Anlockung zur Begattung. Für letzteren Zweck scheint auch die nicht seltene Bevorzugung der Männchen in Bezug auf den Körperschmuck, wie sie sich z. B. in der grösseren Federpracht männlicher Vögel zeigt, zu dienen, vielleicht auch die eigenthümlichen durch intensiven Geruch ausgezeichneten Drüsensecrete, welche hier und da bei den Männchen sich finden. Auch während der Begattung selbst zu verwendende eigenthümliche Reizapparate kommen vor; man betrachtet z. B. als solchen den sogenannten Liebespfeil der Helicineen. Endlich sind noch als männliche Begattungseinrichtungen die vielfachen Apparate zum Ergreifen und Festhalten der Weibchen während des Coitus zu erwähnen; es dienen als solche theils die gewöhnlichen Greifwerkzeuge des Körpers in ursprünglicher oder passend modificirter Gestalt, theils besondere Vorrichtungen, wie z. B. die Haftwärtchen an den Vorderextremitäten der männlichen Frösche. Im Gegensatz zum Menschen stehen bei der Mehrzahl der Thiere die männlichen Individuen an Körpergrösse den weiblichen nach und zwar oft beträchtlich. Es lässt sich diese Eigenthümlichkeit einfach aus ökonomischen Verhältnissen erklären; auffallende relative Grösse der Weibchen findet sich besonders bei hohen Fruchtbarkeitsgraden, es scheint also die Production grosser Massen Bildungsmaterials einen ausgedehnteren individuellen Haushalt zu verlangen, als die Erzeugung der auch bei der grössten Fruchtbarkeit verhältnissmässig geringen Menge des männlichen Keimstoffes.⁵

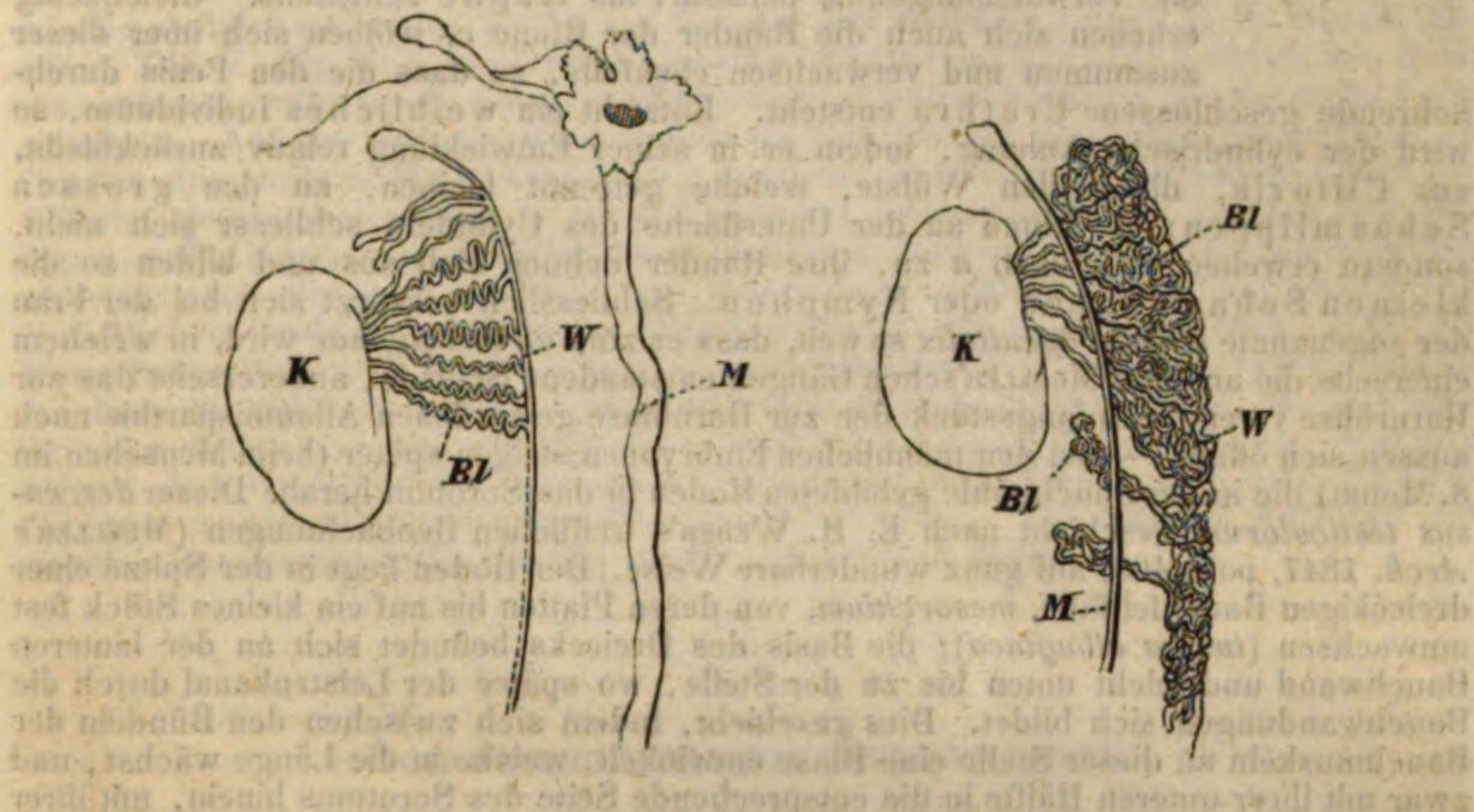
¹ KOELLIKER, *das anatom. u. physiolog. Verhalten der cavernösen Körper u. s. w.*, *Verh. d. Würzb. Ges.* 1851, Bd. II. pag. 121. — ² Vergl. die Zusammenstellung bei ROUGET, *rech. sur les org. erect. etc.*, *Journ. de Phys.* 1858, T. I. pag. 325. — ³ Ueber die Theorie der Erection vergl. VALENTIN, *über den Verlauf der Blutgefässe im Penis des Menschen u. einiger Säugethiere*, *MUELLER'S Arch.* 1838, pag. 182; *Lehrb. der Phys.* Bd. II. 3, pag. 27; HERBERG, *de erectione penis*, Leipzig 1844; KOBELT, *die männlichen u. weiblichen Wollustorgane*, Freiburg i. Br. 1844; KOELLIKER a. a. O.; FUNKE, *Forts. v. GUENTHER'S Phys.* Bd. II. pag. 1074; ROUGET a. a. O. — ⁴ Vergl. LEUCKART a. a. O. pag. 746. — ⁵ Wir haben in der vorstehenden Erörterung der Eigenthümlichkeiten, welche der thierische Organismus durch das Geschlecht erhält, wiederholt hervorgehoben und theilweise bewiesen, dass keine dieser Eigenthümlichkeiten des einen Geschlechts eine specifische, ohne Analogon im anderen Geschlecht sei. Fast alle Geschlechtsverschiedenheiten reduciren sich auf Verschiedenheiten der Ausbildung von Körperteilen, welche beiden Geschlechtern gemeinsam sind, sei es, dass nur der Grad der Ausbildung verschieden ist, sei es, dass auch Modificationen im Bildungsplan sich zeigen. Die wenigen Ausnahmen von diesem Gesetze, die wenigen Beispiele specifischer männlicher oder weiblicher Geschlechtsattribute betreffen, wie LEUCKART hervorhebt, durchweg nur Gebilde von temporärem Bestand. So sind die Geweihe dem männlichen Hirsch allein eigenthümlich, entwickeln sich aber auch nur zeitweilig für die Brunst, während welcher sie zu fungiren bestimmt sind. Das schlagendste Beispiel für das Gesetz bieten die eigentlichen Geschlechtsorgane selbst, die Keimdrüsen mit ihren Leitungswegen und die Begattungsorgane beider Geschlechter; die vollständige Analogie dieser Theile ist bei gewissen niederen Thieren ohne Weiteres bei ihrer Untersuchung im fertigen Zustande klar, ja sie geht in einzelnen Fällen bis zur vollständigen Gleichheit männlicher und weiblicher Keimdrüsen, Leitungswege und sogar ihres Inhaltes bis zu gewissen Zeitpunkten (Nematoden). Bei Weitem weniger augenscheinlich ist diese Analogie der Geschlechtswerkzeuge im ausgebildeten Zustande bei den höheren Thieren und dem Menschen, leicht und vollständig leuchtet sie aber auch hier aus der Betrachtung ihrer Entwicklung im Embryo ein, welche wir daher in gedrängtem Abriss hier mittheilen wollen. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane, innere wie äussere, entwickeln sich bei Säugethieren und Menschen aus gewissen bei allen Embryonen

identischen Anlagen. Mit anderen Worten: der Embryo ist nicht nur bis zur Entstehung dieser ersten Anlagen, sondern auch während er dieselben in ihrer ersten Form besitzt, geschlechtslos, geschlechtlich indifferent, kann sich je nach der Art später auftretender Umstände eben so gut zum männlichen als zum weiblichen Individuum entwickeln. Die Natur der Momente, welche diese Differenzirung bestimmen, kennen wir so gut wie gar nicht, wissen nur, dass sie in äusseren Umständen begründet sind. Eine sehr interessante mühsame statistische Untersuchung, welche PLOSS über das Verhältniss der Geschlechter der Neugeborenen in verschiedenen Ländern zu verschiedenen Zeiten angestellt hat, lehrt durch sehr evidente Zahlen, dass ein Ueberwiegen des männlichen Geschlechts stets mit günstigen Nahrungsverhältnissen, fruchtbaren Jahren, billigen Fleischpreisen etc. zusammenfällt, während in ungünstigen Zeiten, nach Missernten u. s. w. ein Ueberschuss von Mädchen beobachtet wurde. Es fehlt uns leider der Raum, näher auf die Details dieser Untersuchung und überhaupt auf eine speciellere Betrachtung der allgemeinen Frage einzugehen. (Vergl. PLOSS, *über die die Geschlechtsverhältnisse d. Kinder bedingenden Ursachen*, Berlin 1859.) Dass keine grossen tief eingreifenden Verschiedenheiten der Einflüsse, welche hier einen männlichen, dort einen weiblichen Geschlechtsapparat aus der indifferenten Uranlage schaffen, nothwendig sind, lehrt die Entwicklungsgeschichte, indem sie zeigt, wie gering die Modificationen des Bildungsganges in beiden Fällen sind. Die indifferente Anlage der inneren Geschlechtsapparate besteht aus folgenden Theilen. In der Bauchhöhle zu beiden Seiten der Wirbelsäule entwickeln sich in ziemlich früher Zeit die sogenannten WOLFF'schen oder OKEN'schen Körper (Primordialnieren, JACOBSON, Urnieren, RATHKE), die ersten Drüsen des Embryo, und zwar ihrer Bedeutung nach Nieren, welche vor der Entstehung der wahren Nieren die ersten Auswurfstoffe des Stoffwechsels eliminiren. Jeder solche WOLFF'sche Körper besteht aus einem langen hohlen Gang, dem WOLFF'schen Gang *a*, welcher oben mit einer bläschenförmigen Anschwellung *b* blind endigt, und mit seinem unteren Ende in die Allantoisblase einmündet. An der inneren Seite des oberen Stückes dieses Ganges entspringt eine Anzahl kurzer, einander parallel verlaufender, geschlängelter Blinddärmchen *c*, welche von zahlreichen (stellenweise Glomeruli bildenden) Blutgefässen umspunnen sind. Da eine specielle Entwicklungsgeschichte der Organe nicht in unserem Plane liegt, können wir uns auf eine nähere Beschreibung dieser interessanten Organe nicht einlassen, wir verweisen auf die trefflichen Arbeiten von RATHKE, *Beiträge zur Geschichte der Thierwelt*, 3. Abth., *Schriften der naturf. Ges. zu Danzig* 1825; *Entwickl. der Natter*, Königsberg 1839; J. MUELLER, *Bildungsgesch. der Genitalien*, Düsseldorf 1830 (u. MECKEL's *Arch.* 1829, pag. 65); v. BAER, *Entw. d. Thiere*, Bd. I. pag. 63; BISCHOFF, *Entw. der Säugethiere u. des Menschen*, pag. 342; KOBELT, *der Nebeneierstock d. Weibes etc.*, Heidelberg 1847; die erste Entdeckung dieser Körper rührt von C. F. WOLFF (*theoria generationis*, Halis 1774, §. 229) her. Ursprünglich hielt man die WOLFF'schen Körper für die Anlagen der bleibenden Nieren, bis RATHKE nachwies, dass letztere hinter ihnen aus einem selbständigen Zellenhäufchen entstehen; nur bei den nackten Amphibien persistirt nach WITTICH's Entdeckung die WOLFF'sche Drüse zeitlebens als Niere (WITTICH, *Ztschr. f. wiss. Zool.*, Bd. IV. pag. 125 u. 168). Die Function derselben als embryonales Ausscheidungsorgan ist für Mensch, Säugethiere und Vögel nur eine interimistische, provisorische; ihre Endbestimmung erfüllen sie, indem sie sich auf gleich zu beschreibende Weise zu einem Theile des Genitalapparates umgestalten. Am inneren Rande jedes WOLFF'schen Körpers *a* entwickelt sich ein kleines längliches, bohnen- oder nierenförmiges Zellenhäufchen, einem Theil der Blinddärmchen dicht anliegend, *b*. Gleichzeitig entsteht ein Anfangs solider, später hohl werdender Faden, der sogenannte MUELLER'sche Faden oder Gang *c*, welcher über die vordere Fläche der Blinddärmchen der WOLFF'schen Drüsen nach innen von dem WOLFF'schen Gange herablaufend, oben mit einem Kölbchen *d* beginnt, mit seinem unteren Ende sich um den WOLFF'schen Gang herumschlägt, um neben oder hinter ihm in die Allantoisblase einzumünden. Diese drei Theile: WOLFF'scher



Körper, das nierenförmige Zellenhäufchen und der MUELLER'sche Gang, bilden die erste indifferente Grundlage der inneren Geschlechtsorgane in gleicher Weise bei allen Embryonen; keine präformirte Eigenthümlichkeit verräth, ob sie später zu männlichen oder weiblichen Theilen werden. Die Art und Weise, wie diese Umwandlung geschieht, die specielle Metamorphose der einzelnen Theile bei dem einen und anderen Geschlecht sind lange streitig gewesen, jetzt aber vor Allem durch die Forschungen von J. MUELLER, RATHKE und KOBELT in ihren Hauptpunkten über alle Zweifel festgestellt und zwar folgendermaassen. Bei der Entwicklung männlicher Organe wird das Zellenhäufchen *b* zum Hoden, indem seine Zellen sich zu querverlaufenden Reihen ordnen und diese Reihen zu den Saamenkanälchen sich umwandeln. Diejenigen Blinddärmchen des WOLFF'schen Körpers, welche mit ihren Enden dem Hoden anliegen, treten mit ihm und seinen Kanälen in Verbindung, und bilden so jedes für sich ein *vas efferens* desselben, welches sodann durch Wachsthum und knäuelartige Schlängelung seines vom Hoden abgewendeten Anfangsstückes zu einem *conus vasculosus* des Nebenhodens sich umgestaltet. Die oberen Blinddärmchen des WOLFF'schen Körpers, welche mit ihren blinden Enden den Hoden nicht erreichen, verkümmern und gehen zu Grunde; Reste von ihnen finden sich zuweilen als rudimentäre Bläschen noch auf dem Nebenhoden. Die unteren, ebenfalls dem Hoden nicht anliegenden Blinddärmchen verkümmern auch in der Regel, einzelne von ihnen entwickeln sich aber in ähnlicher Weise, wie die *vasa efferentia*, weiter, wachsen, bilden Knäuel, und stellen so die sogenannten *vasa aberrantia Halleri* des Nebenhodens dar. Der WOLFF'sche Gang wird zum Ausführungsgang der männlichen Keimdrüse, sein oberer Theil zu dem stark gewundenen Kanal des Nebenhodenschwanzes, sein unterer zum *vas deferens* mit seinen secundären Ausbuchtungen, den Saamenblasen. Der MUELLER'sche Gang obliterirt, sobald die Entwicklung männlicher Sexualapparate entschieden ist, allein er geht nicht vollständig zu Grunde. Sein oberer ursprünglich über den WOLFF'schen Körper hinweglaufender Theil erhält sich wenigstens häufig nach KOBELT's Untersuchungen in Form eines dünnen Fädchens, welches über den vorderen Rand des Nebenhodens herabläuft, oben mit einem Knöpfchen, der sogenannten MORGAGNI'schen Hydatide, welche der Rest des ursprünglichen Endkölbchens ist, beginnt, im weiteren Verlauf mit dem Saamenstrang sich innerhalb des Beckens verliert. Die unteren Theile der beiderseitigen MUELLER'schen Gänge verschmelzen, wie bei dem weiblichen Geschlecht, zu einem unpaaren Kanal, dessen Rest im Erwachsenen die von MORGAGNI entdeckte, in der Prostata eingeschlossene Blase, *vesicula prostatica*, darstellt. Da bei dem Weibe der verschmolzene untere Theil der MUELLER'schen Gänge zu Uterus und Scheide sich entwickelt, hat E. H. WEBER (*Zusätze zu dem Bau u. den Verrichtungen der Geschlechtsorgane*, pag. 5, *Taf. I—VII*, das fragliche Bläschen in allen Figuren mit *u* bezeichnet) der *vesicula prostatica* den Namen *uterus masculinus* gegeben. In weit entwickelterem Grade als beim Menschen ist dieses Organ von WEBER bei gewissen Säugethieren gefunden und seine vollständige Identität mit dem weiblichen Uterus auch durch die mit letzterem übereinstimmende Form constatirt worden. So findet sich beim Biber ein weiblicher *uterus bicornis*, demgemäss bildet auch der rudimentäre männliche Uterus eine lange in zwei blind und spitz endigende Hörner auslaufende Blase. Beim Menschen entspricht die *vesicula prostatica*, wie es scheint, der Scheide allein. (Vergl. LEUCKART, *das WEBER'sche Organ und seine Metamorphosen*, *Illustr. med. Ztg.* 1852, Bd. I.) Die Bildung der weiblichen inneren Genitalien aus der beschriebenen indifferenten Anlage geht auf folgende Weise vor sich. Das Zellenhäufchen *b* wird zur weiblichen Keimdrüse, dem Ovarium, indem seine Zellen durch zwischengelagertes Bindegewebe sich zu discreten Einzelhäufchen, der Anlage der Follikel sondern. Während dieser Umwandlung legt sich der WOLFF'sche Körper horizontal mit aufwärts gerichteten Blinddärmchen, so dass die Keimdrüse über ihm zu liegen kommt, später wendet sich die Keimdrüse nach unten. Die dem Ovarium anliegenden, in einen seichten Einschnitt desselben hineinragenden Blinddärmchen beginnen wie beim männlichen Geschlecht zu wachsen, sich zu schlängeln, jedes für sich einen *conus vasculosus* zu bilden, treten aber nicht mit den Drüsenelementen in offene Communication, wie die *vasa efferentia* beim Mann. Die Gesamtheit dieser vom Hilus des Ovariums ausstrahlenden Knäuel bildet das sogenannte ROSENMUELLER'sche Organ, *parovarium*, welches bei erwachsenen Menschen und Säugethieren häufig in der das Ovarium enthaltenden Bauchfellfalte deutlich aufzufinden, und daher das unzweifelhafte Analogon des männlichen Nebenhodens ist. (Vergl. KOBELT a. a. O. *Taf. I, Fig. 3, Taf. II, Fig. 8.*) Die übrigen Blinddärmchen des WOLFF'schen Körpers verkümmern wie beim Manne. Während nun aber bei letzterem der WOLFF'sche Gang sich

zum Ausführungsgang der Keimdrüse ausbildet, verkümmert er beim Weibe; bei den Wiederkäuern finden sich seine Reste in Gestalt der sogenannten GARTNER'schen Kanäle, welche oberhalb des Nebeneierstockes in der Bauchfellfalte verlaufen. Dafür entwickeln sich beim weiblichen Geschlecht die beim Manne obliterirenden MUELLER'schen Gänge zu den Eileitungsorganen in folgender Weise. Durch sein Wachsthum schlägt sich jeder dieser Gänge über den verkümmernenden WOLFF'schen Gang hinweg, so dass, während ursprünglich der MUELLER'sche Gang zwischen dem WOLFF'schen und der Keimdrüse lag, nun umgekehrt der WOLFF'sche Gang zwischen Eierstock und MUELLER'schen Gang zu liegen kommt. Der obere Theil des letzteren wird zur *tuba Fallopii*, indem sich ohnweit seines blinden Endes eine Oeffnung bildet, deren Ränder zu den Fimbrien der Tubamündung auswachsen, während das ursprüngliche blinde Ende auch bei Erwachsenen häufig als ein gestieltes, der Tuba anhängendes Bläschen sich noch vorfindet.



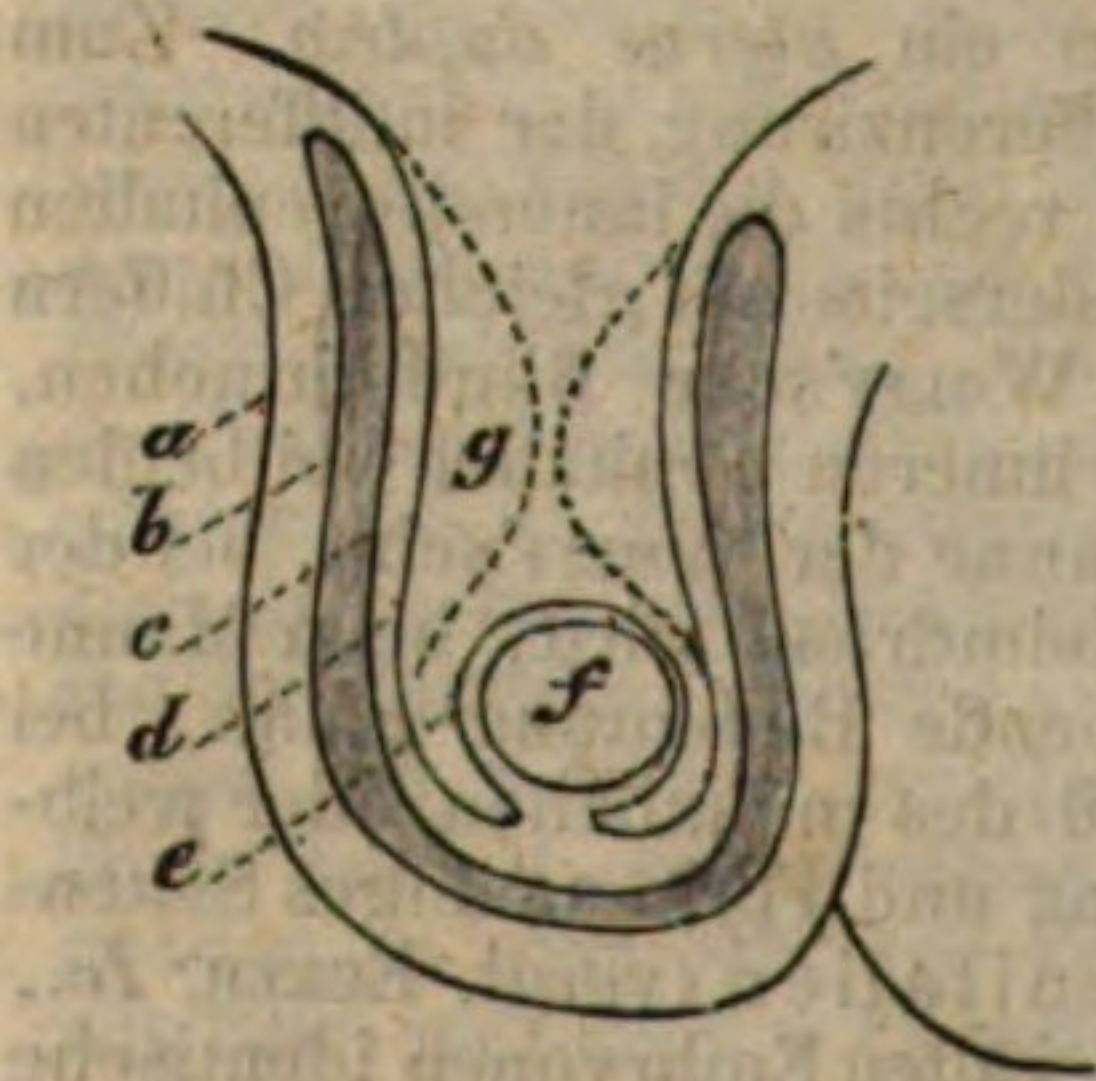
Die unteren Theile der beiderseitigen MUELLER'schen Gänge verwachsen zu einem unpaaren Kanal, der sich mehr und mehr erweitert, seine Wände verdickt, und indem er an einer Stelle eine Einschnürung erhält, zu Uterus und Scheide wird. Bei einigen Thieren werden auch die nächsten an die verschmolzenen Theile angränzenden Stückchen der Gänge zur Uterusbildung verwendet, es entsteht dann ein sogenannter *uterus bicornis*, oder der verwachsene Theil wird nur zur Scheide, und so entsteht durch selbstständige Erweiterung beider angränzender Gangparthien ein *uterus duplex*. Zum besseren Verständniss der erörterten geschlechtlichen Differenzirung der indifferenten Anlage geben wir vorstehende schematische Zeichnungen, rechts die inneren Genitalien des Mannes, links die des Weibes, die analogen Theile beiderseits mit gleichen Chiffren bezeichnet (*K* Keimdrüse, *W* WOLFF'scher Gang, *Bl* WOLFF'sche Blinddärmchen, *M* MUELLER'scher Gang). Der Unterschied der Bildung der inneren Genitalien bei beiden Geschlechtern reducirt sich demnach darauf, dass beim Manne der WOLFF'sche, bei der Frau der MUELLER'sche Gang zum Ausführungsgang der Keimdrüse wird, beim Manne der umgestaltete WOLFF'sche Körper als Nebenhode bleibende Bedeutung erhält, bei der Frau als Nebeneierstock verkümmert, aber jeder Theil des männlichen oder weiblichen Apparates hat im anderen Geschlecht sein in Ursprung und Form analoges Seitenstück. Ganz ebenso verhält es sich mit den äusseren Genitalien (vergl. ECKER, *Ic.*, *Taf. XIX, Fig. 8—18*), auch hier findet sich eine einfache, bei allen Embryonen identische Anlage, welche durch äusserst geringfügige Modificationen ihres Entwicklungsganges zu den anscheinend so verschiedenen Organen des männlichen und weiblichen Geschlechtes sich gestaltet. Am hinteren Leibesende des Embryo bildet sich durch die ursprünglich geschlossene Rumpfwandung eine Oeffnung, durch welche Anfangs gemeinschaftlich die Allantois und das hintere Ende des Darmrohres nach aussen münden. Später wird durch Bildung des Mittelfleisches die Kloakenbildung aufgehoben, eine Darmöffnung als After von der vor ihr gelegenen Oeffnung der Allantois geschieden; da um diese Zeit die Allantois ebensowohl die Enden der Harnleiter als die Ausführungsgänge der Keim-

drüsen (WOLFF'sche oder MUELLER'sche Gänge) in ihr Anfangsstück aufnimmt, wird diese nach aussen sich öffnende Parthie der Allantois *sinus urogenitalis* genannt. Vor der Oeffnung *a* desselben entwickelt sich bei allen Embryonen ein kleines Wärzchen *b*, welches zu einem länglichen Cylinder mit einer vorderen etwas abgeschnürten An-



schwellung auswächst, und längs seiner Unterfläche eine rinnenförmige Aushöhlung *c* erhält, die sich in die Oeffnung des Sinus verliert. Zu beiden Seiten der Oeffnung erheben sich darauf ein Paar längliche Hautwülste *dd*. So weit ist die Bildung bei allen Embryonen dieselbe; erst die weiteren Umwandlungen der genannten Gebilde gehen bei beiden Geschlechtern auseinander. Entschidet sich der Entwicklungsgang zum männlichen Geschlecht, so wird der cylindrische Anhang *b* zum Penis, die Wülste *dd* zum Hodensack, indem sie durch Wachsen in der Mitte sich nähern und über der Oeffnung *a* verwachsen; die Verwachsungslinie persistirt als Raphe zeitlebens. Gleichzeitig erheben sich auch die Ränder der Rinne *c*, wölben sich über dieser zusammen und verwachsen ebenfalls, so dass die den Penis durch-

bohrende geschlossene Urethra entsteht. Entsteht ein weibliches Individuum, so wird der cylindrische Anhang, indem er in seiner Entwicklung relativ zurückbleibt, zur Clitoris, die beiden Wülste, welche getrennt bleiben, zu den grossen Schaamlippen; die Rinne an der Unterfläche des Cylinders schliesst sich nicht, sondern erweitert sich nach *a* zu, ihre Ränder dehnen sich aus und bilden so die kleinen Schaamlippen oder Nymphen. Schliesslich verkürzt sich bei der Frau der sogenannte *sinus urogenitalis* so weit, dass er zum *atrium vaginae* wird, in welchem einerseits die aus den MUELLER'schen Gängen entstandene Scheide, andererseits das zur Harnröhre verengte Anfangsstück der zur Harnblase gewordenen Allantoisparthie nach aussen sich öffnet. — Bei den männlichen Embryonen steigen später (beim Menschen im 8. Monat) die in der Bauchhöhle gebildeten Hoden in das Scrotum herab. Dieser *descensus testiculorum* geschieht nach E. H. WEBER's trefflichen Beobachtungen (MUELLER's Arch. 1847, pag. 403) auf ganz wunderbare Weise. Der Hoden liegt in der Spitze einer dreieckigen Bauchfellfalte, *mesorchium*, von deren Platten bis auf ein kleines Stück fest umwachsen (*tunica albuginea*); die Basis des Dreiecks befindet sich an der hinteren Bauchwand und reicht unten bis zu der Stelle, wo später der Leistenkanal durch die Bauchwandungen sich bildet. Dies geschieht, indem sich zwischen den Bündeln der Bauchmuskeln an dieser Stelle eine Blase entwickelt, welche in die Länge wächst, und zwar mit ihrer unteren Hälfte in die entsprechende Seite des Scrotums hinein, mit ihrer oberen Hälfte zwischen die beiden Blätter des Mesorchium, an dem vorderen freien Rande der Falte bis zum Hoden in die Höhe. Dieser obere in der Bauchfellfalte verlaufende Theil der Blase stellt das sogenannte *gubernaculum Hunteri*, Leitband des Hodens dar. Der Descensus erfolgt, indem sich dieser obere Theil der Blase in den unteren, im Scrotum befindlichen, einstülpt, und dabei sowohl den angewachsenen Theil der Bauchfellfalte, als den Hoden nach sich zieht. Die



Einstülpung beginnt nicht von der in der Nähe des Hodens befindlichen Spitze der Blase aus, sondern an der mittleren zwischen den Bauchmuskeln befindlichen Stelle. Oeffnen wir nach vollendeter Einstülpung eine Hälfte des Scrotum *a*, so stossen wir zunächst auf den ursprünglich in dasselbe hineingewachsenen Theil der Blase *b*, sodann auf den umgestülpten Theil *c* (*b* und *c* gehen in der Leistenöffnung ineinander über), sodann auf den eingestülpten Theil der Bauchfellfalte *d*, endlich auf den nicht mit umgestülpten, dem Hoden als Albuginea fest angewachsenen Theil des Bauchfells *e* und den Hoden *f* selbst. Der umgestülpte Peritonealcylinder *d* schnürt sich später, wie die punktirten Linien andeuten, ein, obliterirt und trennt sich bei *g*; der Rest

der unteren Hälfte mit der Spitze *g* erhält sich als *processus vaginalis* am Hoden. Aus der beschriebenen Umgestaltung der einfachen Uranlage zu männlichen und weiblichen äusseren Genitalien geht deutlich hervor, dass die weiblichen gewissermaassen eine in allen Theilen zurückgebliebene niedere Entwicklungsstufe der männlichen darstellen, die Clitoris eine verkümmerte Ruthe, die grossen Schaamlippen ein verkümmertes Scrotum, die kleinen Schaamlippen die nicht zur Schliessung gelangten Ränder der männlichen Harnröhre sind. Es ereignet sich nun nicht selten, dass

auch bei männlichen Embryonen, d. h. also bei der Entwicklung der Keimdrüsenanlage im Innern zum Hoden, einzelne oder alle Glieder der äusseren Genitalanlagen zurückbleiben, der Penis nicht auswächst, seine Rinne sich nicht schliesst (Hypospadia), die Wülste nicht in der Mitte zusammenwachsen, und die Hoden nicht in sie herabsteigen, kurz vollständig auf der niedrigeren weiblichen Form stehen bleiben. Individuen mit derartigen Hemmungsbildungen werden häufig für weibliche gehalten, bis eine genauere Untersuchung, angeregt durch den Mangel der Menses oder männlichen Habitus des ganzen Körpers, männliche Stimme u. s. w., zur Erkenntniss des männlichen Geschlechts führt, indem sich der Mangel der Scheide, zuweilen auch die Gegenwart von Hoden in den vermeintlichen Schaamlippen herausstellt. Oft ist nur durch die Section ein entscheidender Beweis zu führen, und zwar durch genaue Untersuchung der Keimdrüsen und ihres Secrets. Es kommt aber auch vor, dass bei Gegenwart männlicher Keimdrüsen die MUELLER'schen Gänge statt zu obliteriren, ganz in weiblicher Weise fortwachsen, ihr unteres verschmolzenes Ende zu einem vollständig weiblich geformten Uterus und Scheide sich ausbildet (vergl. E. H. WEBER, *Zusätze, Taf. V, Fig. 9*), also durch abnorme Weiterentwicklung weiblichen Habitus annimmt, während die äusseren Theile durch Zurückbleiben die weibliche Form simuliren. Auf der anderen Seite kommt bei Entwicklung der Keimdrüsenanlagen zu Ovarien eine abnorme Weiterentwicklung der äusseren Genitalien, penisartige Länge der Clitoris, geschlossene Rinne an ihrer Unterseite, Verwachsung der grossen Schaamlippen, selbst Herabsteigen der Ovarien in dieselben, kurz vollständig männlicher Habitus einzelner oder aller äusserer Theile vor. Alle derartigen Missbildungen der inneren und äusserlichen Genitalien, welche so einfach theils als Hemmungsbildungen, theils als übermässige Bildungen sich erklären, sind in früherer Zeit als Zwitterbildungen mit Unrecht gedeutet worden. Wahrer Hermaphroditismus, d. h. gleichzeitige Anwesenheit männlicher und weiblicher Keimdrüsen, welche allein das Geschlecht charakterisiren, ist bei Menschen und Säugethieren noch niemals nachgewiesen worden. Ein näheres Eingehen auf einzelne interessante Fälle der Art würde uns zu weit führen.

VOM MÄNNLICHEN GESCHLECHTSLEBEN.

§. 281.

Zur Zeit der Geburt befinden sich bei dem Menschen die männlichen Keimdrüsen und ihr Product etwa auf gleicher Entwicklungsstufe, wie die weiblichen; wie die Follikel der Ovarien bereits junge Eier mit allen wesentlichen Attributen enthalten, werden die Saamenkanälchen von den entsprechenden jungen männlichen Keimzellen erfüllt. Allein auch hier verharren diese Keimzellen noch geraume Zeit in unverändertem Zustand, bevor sie durch Furchung und endogene Bildung von Saamenfäden zum befruchtungsfähigen Saamen sich umwandeln. Wie das Weib, so wird auch der Mann erst mit einem gewissen Lebensalter zur Ausübung seiner Functionen im Haushalt der Gattung fähig; die von Geburt an vorgebildeten Keimdrüsen und übrigen Geschlechtsorgane erhalten erst nach Vollendung des individuellen Organismus ihre vollkommene Reife und Ausstattung, weil dann erst in dem Budget des individuellen Haushaltes eine solche Reduction eintritt, dass eine Erübrigung des Luxusmaterials für die Zeugung möglich wird. Etwa im 15. bis 16. Lebensjahre beginnen, wie bei der Frau, die allgemeinen Geschlechtseigenthümlichkeiten des Körpers sich auszubilden und die Geschlechtsorgane selbst für ihre künftige Thätigkeit sich vorzubereiten; im 17. bis 18. Lebensjahre, also

etwas später als bei der Frau in unserem Klima, ist die Geschlechtsreife vollendet, ohne dass ein so charakteristisches Zeichen, wie die erste Menstruationsblutung, den Eintritt der Zeugungsfähigkeit des Mannes nach aussen kund giebt. Es bedarf keiner speciellen Beschreibung der Veränderungen, welche in dieser Epoche der geschlechtlichen Reifung vor sich gehen, da sie schon bei Erörterung der weiblichen Pubertät und der männlichen Geschlechtseigenthümlichkeiten genannt sind. Die Ausprägung der specifisch männlichen Formen- und Grössenverhältnisse der einzelnen Körpertheile, die plötzliche Vergrösserung der Dimensionen des Kehlkopfes und seiner Bänder, die Entwicklung der Barthaare und Schaambaare, endlich das Wachsthum des Penis, die Turgeszenz der Hoden verrathen zur Genüge die Nähe der männlichen Pubertät. Die Vorgänge in den Keimdrüsen selbst sind bis zu einem gewissen Punkte denen in den Ovarien analog (bei niederen Thieren sogar identisch). Es tritt auch hier eine spontane Lösung der reifen männlichen Keimzellen ein, und mit der Lösung die erste Reihe ihrer weiteren Umwandlungen in Gestalt der sogenannten Furchung, welche auch das Ei nach seiner Lösung durchläuft. Hier aber endet der Parallelismus, die nun in den Tochterzellen eintretende Saamenfadenbildung hat kein Analogon in den weiblichen Keimzellen. Das männliche Geschlechtsleben des Menschen, welches seinen Anfang von der ersten Ausbildung beweglicher Saamenfäden datirt, zeichnet sich durch zwei Eigenthümlichkeiten vor dem weiblichen aus. Erstens ist die Saamensecretion eine stetige, nicht, wie die weibliche Eireifung, eine periodische, so dass der Mann zu jeder Zeit eine Saamenentleerung herbeiführen kann. Zweitens ist der männlichen Zeugungsfähigkeit keine so bestimmte frühe Gränze gesetzt, wie der weiblichen; es kann unter günstigen Umständen die Production befruchtungsfähigen Saamens bis zum natürlichen Tode fort dauern, wenn auch im höheren Alter in geringerem Grade, ein Unterschied, welcher insofern erklärlich erscheint, als der Organismus auch bei der im höheren Alter nothwendigen Einschränkung die geringfügige Ausgabe, welche die Hodenthätigkeit veranlasst, wohl bestreiten kann, während er für die weiblichen Zeugungsausgaben, d. h. die Ernährung von Eiern bis zur vollendeten Ausbildung eines neuen Individuums insolvent wird. Anders verhält es sich bei den Thieren. Hier finden wir durchgehends auch bei dem männlichen Geschlecht eine periodische Saamenbereitung, eine periodische Brunst. Dieselbe fällt natürlich bei jeder Gattung genau in dieselbe Zeit, wiederholt sich eben so oft wie die weibliche; es gelten daher für ihren Eintritt und ihre Wiederkehr, für die äusseren und inneren Verhältnisse, von welchen diese abhängen, die oben bei Erörterung der weiblichen Brunst gegebenen allgemeinen Andeutungen.

VIERTES KAPITEL.

VON DER BEFRUCHTUNG.

ALLGEMEINES.

§. 282.

Als das Wesen der geschlechtlichen oder doppelgeschlechtlichen Zeugung ist im Eingange dieses Buches die Entstehung neuer Individuen aus „befruchteten Eiern“ bezeichnet, die Vereinigung des männlichen Geschlechtsstoffes mit dem Inhalt der Eizellen als *conditio sine qua non* für die vollständige Durchführung der Entwicklungsvorgänge der letzteren erklärt worden. Bevor wir uns zu einer genauen Analyse der Erscheinungen, Mittel und Bedingungen dieser Vereinigung beider Geschlechtsstoffe und des Wesens der befruchtenden Einwirkung, welche dem Saamen zuerkannt wird, wenden, müssen wir versprochenermaassen noch einmal die ausserordentlich wichtige Frage erörtern, ob wirklich ausnahmslos unter allen Umständen, bei allen Thieren die Befruchtung der Eier durch Saamen absolut unumgängliche Bedingung der Entwicklung ist, oder ob nicht ausnahmsweise wenigstens eine Eizelle die jederzeit spontan mit der spontanen Lösung begonnenen Umgestaltungen unter gewissen Bedingungen ohne Beihülfe von Saamen bis zum physiologischen Ziele, der vollendeten Ausbildung eines neuen Individuums, durchführen könne. Man bezeichnet die fragliche Entstehung neuer Individuen aus unbefruchteten Eiern mit dem Namen Parthenogenesis (OWEN) oder *Lucina sine concubitu*. Wir haben früher eine Erklärung über diesen Punkt dahin abgeben zu müssen geglaubt, dass zwar noch keine einzige Thatsache vorliege, welche mit unantastbarer Beweiskraft eine Parthenogenesis constatire, aber ebensowenig die Unmöglichkeit derselben erweislich sei. Jetzt ist die ganze Frage in eine neue Epoche getreten, indem v. SIEBOLD¹ zuerst das Vorkommen einer wahren Parthenogenesis bei gewissen Insecten auf so schlagende Weise durch unzweideutige Beobachtungen dargethan hat, dass auch der penibelste Skepticismus keinen irgend beachtungswerthen Zweifel mehr erheben kann. Ja noch mehr, es hat sich herausgestellt, dass die Parthenogenesis bei gewissen Thieren nicht blos ein zufälliges Ausnahmsereigniss ist, sondern für den Teleologen als ein nothwendiger, zweckmässig den Plänen des Gattungshaushaltes angepasster Vorgang erscheinen muss; früher vollkommen dunkle Räthsel in der Fortpflanzungsgeschichte gewisser Insecten, besonders der Bienen, sind glänzend gelöst mit dem Nachweis der jungfräulichen Zeugung. Auf der anderen Seite ist aber nachdrücklich hervorzuheben, dass durch diese Entdeckungen keineswegs die wahre doppelgeschlechtliche Zeugung entwerthet ist, keineswegs der männliche Saamen überhaupt die Bedeutung eines wesentlichen Bedingungsliedes der Zeugung

verloren, die untergeordnete Rolle eines entbehrlichen Unterstützungsmittels der Eientwicklung erhalten hat. Es wäre ein voreiliger, gänzlich unbegründeter Schluss, wollten wir die Tragweite der von SIEBOLD ermittelten Thatsachen in dem Sinne über die ganze Thierreihe ausdehnen, dass wir überall die Möglichkeit einer Fortpflanzung durch Parthenogenesis, einer vollkommenen Erhaltung der Gattung ohne active Betheiligung männlicher Individuen annähmen. Im Gegentheil lehren SIEBOLD's Beobachtungen, dass auch bei denjenigen Thieren, bei welchen die Parthenogenesis wirklich vorkommt, dieselbe nur zu ganz bestimmten, durch die eigenthümlichen socialen Verhältnisse der betreffenden Thiere gebotenen Zwecken vorhanden, und ihr neben der Zeugung durch befruchtete Eier eine bestimmte einseitige Rolle zuertheilt worden, nicht aber etwa der Eintritt oder der Wegfall der Saameneinwirkung für die Schicksale der Eier gleichgültig ist. Nichts in diesen Beobachtungen berechtigt uns im Entferntesten, bei irgend einem anderen Thiere den Saamen ebenfalls auf Halbsold zu setzen, ihm nur eine Bedeutung für gewisse Eier zuzuerkennen, wie dies aus den speciellen Betrachtungen deutlich hervorgehen wird.

Zunächst müssen wir noch den Begriff der Parthenogenesis etwas genauer, anderen Arten ungeschlechtlicher Fortpflanzung gegenüber, welche in die Kategorie des Generationswechsels gehören, feststellen. Mit Recht hebt v. SIEBOLD die Nothwendigkeit einer strengen Auseinandersetzung beider hervor. Bei der wahren Parthenogenesis sind es unverkümmerte, mit allen wesentlichen Geschlechtsapparaten ausgerüstete weibliche Individuen, welche ohne vorhergegangene Begattung unbefruchtete entwicklungsfähige Eier produciren, während bei dem Generationswechsel die Fortpflanzung durch geschlechtslose ammen- oder larvenartige Individuen vermittelt wird. v. SIEBOLD hebt als Beispiel für letzteren die wunderbare Vermehrung der Blattläuse hervor, bei welchen von getrennten vollkommenen männlichen und weiblichen Individuen geschlechtslose Individuen hervorgebracht werden, und letztere aus sich heraus eine Reihe von Generationen derselben Beschaffenheit erzeugen, bis endlich wieder eine Generation doppelgeschlechtlicher Individuen entsteht. Der Parthenogenesis gegenüber charakterisirt sich diese Fortpflanzung der Aphiden dadurch, dass jene lebendig gebärenden Individuen von wahren weiblichen Blattläusen ganz verschieden organisirt sind, dass diejenigen Organe, die sogenannten „Keimstöcke“, welche ohne Zutritt einer Befruchtungsmischung aus den in ihnen entstehenden sogenannten Keimkörpern Brut erzeugen, wesentlich von den Eierstöcken der wahren Weibchen, in welchen die nur nach vorhergegangener Befruchtung sich entwickelnden Eier entstehen, differiren. Der Mangel sogenannter *receptacula seminis*, welche allen Insectenweibchen zukommen, bildet einen weiteren Grundunterschied der Blattlausammen (v. STEENSTRUP) von den Blattlausweibchen, zeigt zur Evidenz, dass erstere überhaupt nicht begattungs- und befruchtungsfähig sind, mithin die Bezeichnung Parthenogenesis, welche nothwendig ihren Gegensatz involvirt, auf sie nicht anwendbar ist.²

Das klarste in jeder Beziehung interessanteste Beispiel wahrer Parthenogenesis liefert die Fortpflanzungsgeschichte der Honigbiene. Einem geistvollen praktischen Bienenzüchter, Pfarrer DZIERZON³, gebührt das hohe Verdienst, zuerst das Chaos unklarer, falscher und widersprechender Vorstellungen, welche über die geschlechtlichen Verhältnisse im Bienenhaushalt herrschten, durch scharfe Beobachtungen gelichtet und auf diese Beobachtungen hin die richtige Theorie der Bienenzeugung ausgesprochen zu haben. v. Siebold hat dieser Theorie eine exactere wissenschaftliche Form nach eigenen Beobachtungen und anatomischen Untersuchungen gegeben, und einen entscheidenden directen Beweis für ihren Hauptsatz, die Entwicklung der männlichen Bienen aus unbefruchteten Eiern, geliefert. Wir können hier nur ein kurzes Resumé der Thatsachen und Beweise geben. Jeder Bienenhaushalt besteht bekanntlich aus drei Arten von Individuen, der Bienenkönigin oder Weisel, den Drohnen und den Arbeitsbienen. Die Königin ist ein vollkommenes weibliches Individuum, die Drohnen sind die männlichen Bienen, die Arbeitsbienen durch mangelhafte Ernährung verkümmerte Weibchen mit verkümmerten Eierstöcken, nur andeutungsweise vorhandenem *receptaculum seminis* und so mangelhaften Begattungsorganen, dass sie der Begattung mit Drohnen überhaupt unfähig sind. Nach alten Erfahrungen belegt die Bienenkönigin, deren enorme Productivität wir bereits oben angeführt haben, die von den Arbeitern erbauten Zellen mit Eiern, und zwar wunderbarer Weise so, dass regelmässig aus den in die weiten Zellen gelegten Eiern männliche Individuen, aus den in die engen Zellen gelegten dagegen weibliche sich entwickeln. Dies war das grosse Räthsel im Bienenhaushalt: Wie vermag die Königin männliche und weibliche Eier zu sondern? Von welchen Momenten hängt das hier offenbar prädestinirte Geschlecht des aus einem Eie sich entwickelnden Nachkommen ab? Ein nicht minder räthselhaftes Factum war, dass flügelahme Königinnen unter allen Umständen nur Drohnenbrut erzeugen, auch die Arbeiterzellen mit Eiern, die zu männlichen Individuen sich entwickeln, besetzen; ferner, dass bejahrte Königinnen schliesslich ebenfalls das Vermögen, weibliche Eier zu legen, verlieren. Diese Räthsel sind gelöst durch folgende Theorie DZIERZON's: Die zu Drohnen sich entwickelnden Eier sind unbefruchtete, jedes befruchtete Ei entwickelt sich zu einem weiblichen Individuum, welches entweder zur Arbeiterin oder Königin aufgezogen wird. Die Königin begattet sich stets ausserhalb des Stockes in der Luft; sie begiebt sich zu diesem Zweck auf den sogenannten Hochzeitsflug, auf welchem sie eines der sie umschwärmenden brünstigen Männchen zulässt. Sie kehrt von dem Hochzeitsfluge mit deutlichen Zeichen der stattgefundenen Begattung heim; diese Zeichen bestehen theils in dem Offenstehen der bei jungfräulichen Königinnen verschlossenen äusseren Geschlechtsöffnung, theils in der häufig nachgewiesenen Gegenwart der steckengebliebenen abgerissenen männlichen Begattungsorgane in ihrer Scheide, vor Allem aber in der Anfüllung des sogenannten *receptaculum seminis* mit einer schon dem blossen Auge

erkennbaren milchigen Flüssigkeit, welche unter dem Mikroskop Massen der charakteristischen beweglichen Saamenfäden zeigt, während bei jungfräulichen Königinnen diese Blase constant nur von einer durchsichtigen gallertartigen Flüssigkeit ohne Formelemente erfüllt ist. Diese einmalige Begattung versorgt die Königin für mehrere Jahre mit befruchtungskräftigem Saamen, wie die 4—5 Jahre lang darin aufzufindenden beweglichen Saamenfäden beweisen. So lange dieser Saamenvorrath reicht, hat die Königin das Vermögen, in die weiten Zellen männliche, in die engen weibliche Eier (ob willkürlich oder nicht, werden wir sogleich prüfen) zu legen, eine unbefruchtete Königin, oder eine solche, deren Saamenvorrath erschöpft oder unwirksam geworden ist, legt nur noch männliche Eier. Die im Eierstock der Königin erzeugten Eier sind, wie überall, sämmtlich von gleicher Beschaffenheit, nicht etwa durch irgend welche Eigenthümlichkeiten bereits in männliche und weibliche gesondert, wie LEUCKART bestimmt nachgewiesen hat. Das Geschlecht des Embryo hängt davon ab, ob das gelöste Ei bei seinem Wege an der Saamentasche vorüber durch eine willkürliche oder reflectorische Action der Königin etwas Saamen beigemengt erhält, oder nicht; im ersteren Falle entwickeln sich ausnahmslos Weibchen, im zweiten Falle Männchen; wo kein Saamen in der Tasche sich befindet, nur Männchen. Die Beweise für diese Entstehung der männlichen Bienen durch Parthenogenesis sind mannigfach und schlagend; wir heben kurz das Wichtigste hervor. Die ausnahmslose Drohnenbrütigkeit der flügelahmen Königinnen rührt, wie DZIERZON richtig erkannt, von dem Mangel männlichen Saamens in ihrem *receptaculum seminis* her, und dieser begreiflicherweise von der Verhinderung am Hochzeitsfluge durch die Verkrüppelung ihrer Flugwerkzeuge; der Einwand, dass bei flügelahmen Königinnen ausnahmsweise die Begattung im Stocke stattfinde, aber übersehen werde, ist unhaltbar, wegen des Mangels des untrüglichen Kennzeichens des Coitus, der mit Sperma gefüllten Saamentasche. Es sind aber auch directe Versuche angestellt worden; v. BERLEPSCH hat im Herbst, wo keine Drohnen existiren, Königinnen frisch ausbrüten lassen, und sich überzeugt, dass dieselben im Frühjahr massenhafte Drohnenbrut erzeugten; zum Ueberfluss ist ihr jungfräulicher Zustand noch durch die Section von LEUCKART constatirt worden. Ein weiterer Beweis liegt in der häufig gemachten Beobachtung, dass in weisellosen Stöcken unter Umständen einzelne Arbeiter Eier legen, welche aber constant nur Drohnenbrut geben. Die Arbeiter sind, wie erwähnt, verkümmerte Weibchen, deren Eierstock nur ausnahmsweise die Fähigkeit, Eier zu produciren, erlangt; niemals aber kann eine solche Arbeiterin befruchtet werden; LEUCKART hat auch hier durch anatomische Untersuchungen zweier beim Eierlegen abgefangener Arbeiter direct den jungfräulichen Zustand derselben erwiesen. Einen dritten empirischen Beweis für die Entstehung der Männchen aus unbefruchteten Eiern hat v. BERLEPSCH durch folgenden interessanten Versuch geliefert. Auf die physiologischen Erfahrungen hin, dass nur Saamen mit beweglichen Spermatozoen befruchtet, letztere aber ihre Beweglichkeit unter Anderem durch Einwir-

kung niederer Temperaturen verlieren, setzte er mehrere notorisch sehr fruchtbare Königinnen 36 Stunden lang in einen Eiskeller; nach Verlauf dieser Zeit waren sie sämmtlich vollkommen erstarrt, bereift, und nur eine konnte wieder ins Leben zurückgerufen werden. Diese eine begann, in ihren Stock zurückgebracht, das Geschäft des Eierlegens wie zuvor, belegte Drohn- und Arbeiterzellen, aber aus allen Eiern entstanden nur Männchen. Auf ganz interessante Weise haben Versuche mit Bastard-erzeugungen aus deutschen und (durch ihre Farbe ausgezeichneten) italiänischen Bienen einen weiteren Beleg geliefert. Ist die Theorie richtig, dass die unbefruchteten Eier zu Männchen, die befruchteten zu Weibchen werden, so könnte die Race des Vaters nur auf die Beschaffenheit der weiblichen Bastarde von Einfluss sein, italiänische Weibchen aber, gleichviel, ob von italiänischen oder deutschen Männchen begattet, immer nur wieder italiänische Männchen, deutsche Weibchen nur deutsche Männchen erzeugen. Die besonders von Herrn v. BERLEPSCH ausgeführten Versuche haben vollständig diesen Voraussetzungen entsprechende Resultate geliefert. Wenn alle diese Erfahrungsthatfachen ja noch einen Zweifel an der Richtigkeit der DZIERZON'schen Theorie übrig lassen könnten, so wird derselbe vollkommen entkräftet durch eine Reihe directer Beweise. Es wäre von höchster Wichtigkeit, könnten letztere durch künstliche Befruchtungsversuche geliefert werden, gelänge es, sich reife Eier aus den Eierstöcken von Königinnen zu verschaffen, und diese, jenachdem man sie künstlich mit Bienensaamen befruchtete oder nicht, zu Weibchen oder Männchen zu erziehen. Leider scheitern solche Versuche an der ungemeinen Zartheit der Bieneneier, welche es unmöglich macht, sie unverletzt zu erhalten. Dafür bot sich ein anderer directer Entscheidungsweg, seitdem, wie wir unten zu beweisen haben, das Eindringen der Saamenfäden in das Innere des Eies als Wesen der Befruchtung erkannt, und zu diesem Behuf von LEUCKART und MEISSNER besondere Mikropylenöffnungen an den Insecteneiern nachgewiesen waren. War DZIERZON's Theorie richtig, so durfte das Eindringen von Saamenfäden oder im Dotter befindliche Saamenfäden nur an weiblichen, niemals an männlichen Eiern zu beobachten sein. So einfach das Thema, so schwierig ist die Ausführung, da gerade bei den Bienen nur wenige Saamenfäden, und diese, weil keine Hindernisse da sind, so rasch in die Eier eindringen, dass der Act des Eindringens schwerlich zur Beobachtung kommen kann, andererseits aber auch die zarten Saamenfäden im Innern des dichten Dotters ohne Weiteres kaum aufzufinden sind. Daher kam es auch, dass LEUCKART selbst, trotz seiner Vertrautheit mit solchen Beobachtungen, die fragliche Beweisführung misslang; er fand (trotz sorgfältiger Untersuchung von mehr als fünfzig Eiern) nur zweimal auf Arbeiteriern, niemals aber auf Drohneneiern Saamenfäden. Glücklicher war v. SIEBOLD in Folge einer glücklicher gewählten Methode, indem er die Eier durch geeignet angebrachten Druck theilweise von Dotter entleerte und in dem dadurch am Befruchtungspol entstehenden hellen Raume die Spermatozoen aufsuchte. Unter 40 auf diese Weise glücklich präparirten weiblichen Eiern liessen 30 unzweifelhaft ein oder meh-

rere, zuweilen noch bewegliche Saamenfäden im Innern erkennen, während dagegen in 27 unter gleichen Verhältnissen ebenso sorgfältig durchsuchten Drohneneiern nicht ein einziges Mal die Spur eines Saamenfadens entdeckt werden konnte. Somit ist für die Bienen die Parthenogenesis, und zwar nicht nur die Möglichkeit derselben, sondern die regelmässige ausschliessliche Erzeugung der männlichen Bienen, aber auch nur der männlichen, aus unbefruchteten Eiern als ausgemachte Thatsache zu betrachten.⁴

Es sind indessen durch v. SIEBOLD's und LEUCKART's Forschungen noch anderweitige Beispiele unzweifelhafter Parthenogenesis an's Licht gezogen worden, wenn auch spärliche und alle dem Bereich der Insectenwelt angehörig. Behauptet wurde die Production entwicklungsfähiger Eier von jungfräulichen Insectenweibchen schon vor langer Zeit mit derselben Bestimmtheit wie die *generatio aequivoca*, aber meist auf ebenso wenig beweiskräftige Beobachtungen hin, wie diese; niemals war bei einem der mitgetheilten Fälle unzweifelhaft dargethan, dass wirklich keine Begattung an den vermeintlichen Jungfrauen stattgefunden habe. v. SIEBOLD⁵ hat in einer früheren Arbeit die Mangelhaftigkeit jener älteren Beobachtungen aufgedeckt, und auf gewisse Momente in der Fortpflanzungsgeschichte der betreffenden Insecten aufmerksam gemacht, welche mehr als wahrscheinlich machten, dass in allen für Parthenogenesis beigebrachten Fällen die stattgefundene Begattung nur übersehen worden war. So hatte man z. B. Schmetterlingsweibchen im Zimmer auskriechen lassen, und von denselben Eier erhalten, welche sich zu Räupchen entwickelten; solche Beobachtungen würden nur beweiskräftig sein, wenn die Puppe und der ausgekrochene Schmetterling notorisch in vollkommen abgeschlossenen Räumen aufbewahrt worden wären, da man weiss, dass die Männchen der Schmetterlinge die brünstigen Weibchen mit unglaublicher Schärfe wittern, aus grossen Entfernungen aufsuchen, bei Vorhandensein irgend eines möglichen Weges zu ihnen vordringen, sie begatten, selbst wenn sie bereits an Nadeln gespiesst sind, und dann sich wieder entfernen. Oder man hatte gefunden, dass eingeschlossen gehaltene Spinnen wiederholt Eier legten, aus denen junge Spinnen auskrochen, ohne irgend einen Beweis, dass dieselben zur Zeit der Einsperung wirklich Jungfrauen waren, nicht etwa ihr *receptaculum seminis* mit einem jahrelang, wie bei den Bienen, sich befruchtungskräftig erhaltenden Sperma in Folge früherer Begattung erfüllt war. Kurz bei dem bisherigen Zustand der Zeugungstheorie, bei dem enormen Umfang der gegen Parthenogenesis sprechenden Erfahrungen konnten solche Beobachtungen bei vorsichtigen Physiologen kein Zutrauen erlangen; eine genauere Analyse und Kritik derselben würde uns zu weit führen. Unter den der Parthenogenesis verdächtigen Insecten haben auch die Sackträgerschmetterlinge (Psychiden) eine bedeutende Rolle gespielt. Wunderbarerweise sind es dieser Familie angehörige Arten, bei welchen jetzt v. SIEBOLD wahre Parthenogenesis bestimmt erwiesen, während er früher gerade bei den Psychiden ganz eigenthümliche Verhältnisse aufgefunden hatte, welche auf schlagende Weise dem Glauben an Partheno-

genesis den Boden zu entziehen geeignet waren. Er hatte erwiesen, dass die ausgeschlüpften Weibchen der Psychiden sich innerhalb des ehemaligen Raupensackes begatten, darauf in die Puppenhülle zurückkriechen, um ihre befruchteten Eier darin abzulegen, so dass die Verwechselung solcher begatteter Weibchen mit unausgeschlüpften sich als die wahrscheinlichste Ursache einer Täuschung ergab. Von um so größerem Gewicht ist es, dass SIEBOLD jetzt bei einigen der Gattung *Solenobia* angehörigen Sackträgerarten und bei *Psyche helix* zweifellos Parthenogenesis beobachtet hat. Die wirklich jungfräulichen Solenobienweibchen legen Eier, welche sich ganz normal entwickeln, aber ausnahmslos weibliche Individuen erzeugen, und zwar vollkommene Weibchen mit vollkommenen Geschlechtsdrüsen und Begattungsorganen, nicht aber geschlechtslose Formen, welche als Ammen zu deuten wären, und die vermeintliche Parthenogenesis als Generationswechsel auswiesen. Von *Psyche helix* sind sogar überhaupt nur weibliche Individuen bis jetzt bekannt, so dass, da einmal das Vorkommen der Parthenogenesis bei dieser Art durch SIEBOLD erwiesen ist, die Vermuthung nahe liegt, dass hier vielleicht die Parthenogenesis die einzige Art der Fortpflanzung bildet: doch giebt SIEBOLD selbst zu, dass entscheidende Beweise von der Nichtexistenz männlicher Individuen dieser Art noch fehlen. Ferner darf jetzt auch bei dem Seidenspinner, *bombyx mori*, das von praktischen Seidenzüchtern schon längst behauptete Vorkommen der Parthenogenesis als sicher begründet angesehen werden, nach den von SIEBOLD mitgetheilten eigenen und fremden Beobachtungen und Versuchen. Höchst interessant ist, dass, während bei den Bienen die unbefruchteten Eier ohne Ausnahme nur männliche Individuen, bei den Sackträgern nur weibliche Individuen produciren, bei den Seidenspinnersn beide Geschlechter, wie es scheint, in gleicher Zahl aus ihnen hervorgehen. LEUCKART⁶ endlich ist durch seine sorgfältigen Studien zu der Ueberzeugung gekommen, dass Parthenogenesis wahrscheinlich bei allen gesellig lebenden Insecten vorkommt. Er beobachtete dieselbe bei den Arbeitern der Hummeln, Wespen und Ameisen, wie bei den Bienen mit Bildung männlicher Nachkommen aus den unbefruchteten Eiern.

So weit die Thatsachen; nun noch wenige Bemerkungen über ihre Deutung. Es ist die Parthenogenesisfrage wiederum ein Fall, in welchem wir nothgedrungen zu teleologischen Betrachtungen unsere Zuflucht nehmen müssen, um ein befriedigendes Verständniss zu erlangen. Ein Blick auf die wunderbar geregelten Verhältnisse in einem Bienenstaat nöthigt uns zu der Vorstellung, dass eine der unumgänglichsten Bedingungen für die Aufrechthaltung dieser Ordnung die Fähigkeit der Königin ist, die Vertheilung der Geschlechter in der von ihr erzeugten Bevölkerung passend zu reguliren, männlichen und weiblichen Staatsdienern von der Wiege an ihre gesonderten bleibenden Wohnstätten anzuweisen. Diesen Zweck sehen wir auf die vollkommenste Weise erreicht, erstens dadurch, dass den Eiern die Möglichkeit unbefruchteter Entwicklung und eine solche Beschaffenheit gegeben ist, dass ihre Substanz für sich zu

männlichen Individuen, bei Vermischung mit Saamen dagegen zu weiblichen Organismen sich umformt, und zweitens dadurch, dass der Königin ein „Instinct“ eingepflanzt ist, welcher sie beim Geschäft des Eierlegens lehrt oder zwingt, während dem Austreten des Eies die Saamentasche zu öffnen oder zu schliessen, jenachdem sie ihr hinteres Leibesende in eine enge oder in eine weite Zelle eingeschoben fühlt. Bei den Psychen erscheint die Erhaltung der Art überhaupt als der Zweck, welcher unter den gegebenen Verhältnissen, isolirter Lebensweise beider Geschlechter, erschwerten Communicationsmitteln zwischen beiden u. s. w. am einfachsten durch Parthenogenesis erreicht wird. Bei anderen Thieren und insbesondere dem uns hier zunächst interessirenden Mensch und Säugthieren giebt uns weder die Erfahrung den allerleisesten Anhalt, die Möglichkeit der Parthenogenesis zu statuiren, noch sind uns so eigenthümliche Haushaltsverhältnisse, wie bei den Bienen bekannt, welche *a priori* die Parthenogenesis zweckmässig erscheinen liessen, noch finden wir irgendwo den Verkehr beider Geschlechter so erschwert, dass die Parthenogenesis sich als nothwendiges Auskunftsmittel zur Erhaltung der Art voraussetzen liesse. Es ist in diesem Falle sicher falsch, nur der Analogie zu Liebe die Parthenogenesis allen Thieren zuzusprechen; so hohen Werth wir sonst den Schlüssen aus der Analogie zuerkennen, so scheint uns ein solcher doch nur da gerechtfertigt, wo irgend ein thatsächlicher Anhalt vorhanden ist, was hier durchaus nicht der Fall ist. Mit demselben Recht könnte man dann dem Menschen auch Generationswechsel zuerkennen, weil bei einigen Thierarten, z. B. den Blattläusen, derselbe neben geschlechtlicher Fortpflanzung vorkommt. Ausschliessliche Betrachtung der Parthenogenesis der Bienen könnte wohl dazu verleiten, die hypothetische Gleichwerthigkeit aller thierischen Eier in dem Sinne auszusprechen, dass jedes Ei ohne Beihülfe männlichen Geschlechtsstoffes zur Entwicklung befähigt, das Product dieser selbständigen Entwicklung aber nur die männliche Form sei, während der Zutritt des Saamens zum Dotter den Entwicklungsgang insoweit ändere, dass die weibliche Form daraus resultire. So deutet V. CARUS⁷ in seiner geistvollen Auffassung der Zeugungsvorgänge die Parthenogenesis, und ist geneigt, die Entstehung männlicher Individuen aus unbefruchteten Eiern als allgemein gültiges Gesetz zu betrachten. Dass dies falsch ist, beweist unwiderleglich die Thatsache, dass bei den Solenobien die unbefruchteten Eier zu Weibchen, bei dem Seidenspinner theils zu Männchen, theils zu Weibchen sich entwickeln. Gerade diese wichtigen Thatsachen, welche uns die Unrichtigkeit der genannten Folgerung, und die Gefährlichkeit des Aufbaues allgemeiner Gesetze auf so schmaler Basis vor Augen führen, sind es, welche die auf teleologischem Wege gewonnene Auffassung der Parthenogenesis als einer hier und da zu ganz speciellen Zwecken gegebenen und diesen Zwecken in verschiedener Weise accommodirten Einrichtung rechtfertigen. Wollen wir die mit dem Nachweis der Existenz einer Parthenogenesis gewonnene wichtige Erweiterung der Zeugungslehre in die allgemeine Definition des thierischen Eies aufnehmen, so darf dies nicht in CARUS's Sinne geschehen. Die allein wesent-

liche Charakteristik des Eies liegt nach wie vor in seiner Bestimmung sich zum neuen Individuum männlichen oder weiblichen Geschlechts umzuwandeln; diese Bestimmung erreicht es bei der Mehrzahl der Thiere ausnahmslos nur nach vorhergegangener materieller Vereinigung seiner Substanz mit der specifischen Mischung des Saamens, ohne dass wir im Stande sind, die Momente zu nennen, welche die männliche oder weibliche Modification seines Entwicklungsganges bestimmen; in einzelnen wenigen Fällen dagegen (Seidenspinner) ist das Ei zu selbständiger Entwicklung befähigt, bedarf der Zumischung der Saamenelemente gar nicht, entwickelt sich, wie das befruchtete Ei anderer Thiere, theils zu männlichen, theils zu weiblichen Individuen; bei einer dritten Classe von Thieren endlich ist das Ei zwar auch der selbständigen Embryonalbildung fähig, aber so, dass das Resultat derselben immer nur entweder ausschliesslich die männliche Form (Bienen, Hummeln, Wespen), oder ausschliesslich die weibliche Form (Psychiden) ist, die Production des anderen Geschlechts aber den Zutritt von Saamen zum Ei erfordert. Am auffallendsten und am meisten den bisherigen physiologischen Anschauungen widersprechend sind offenbar die Fälle der zweiten Art, in welchen befruchtete und unbefruchtete Eier bei einer Thierspecies nebeneinander auftreten und völlig gleiche Schicksale haben, so dass die geschlechtliche Differenzirung, die Bildung von männlichen Individuen neben den weiblichen gewissermaassen als überflüssiger Luxus erscheint. Indessen gelingt es wahrscheinlich auch hier einer rationellen Teleologie früher oder später, den Widerspruch zu lösen, die Nothwendigkeit der Combination beider Fortpflanzungsarten plausibel zu begründen.

¹ V. SIEBOLD, *wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen, ein Beitrag zur Fortpflanzungsgesch. d. Thiere*, Leipzig 1856. Sehr interessant ist der kürzlich von AUBERT und WIMMER (*Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. IX. pag. 507) geführte Nachweis, dass bereits ARISTOTELES ziemlich richtige Kenntnisse von den Geschlechtsverhältnissen der Bienen und ihrer Fortpflanzungsweise gehabt hat; er hat bereits eine Parthenogenesis bei den Bienen angenommen, dieselbe aber freilich erstens zum Theil auf irrige Beobachtungen und Vorstellungen gegründet, zweitens auf männliche und weibliche Nachkommen ausgedehnt. Er hatte richtig erkannt, dass in einem weisellosen Stock weder Arbeitsbienen noch Königinnen, wohl aber Drohnen von den Arbeitsbienen erzeugt werden; er schliesst aber mit Unrecht hieraus, dass die Drohnen überhaupt nur von den Arbeiterinnen erzeugt werden. Sein Hauptgrund für die Annahme der Parthenogenesis ist, dass nie eine Begattung bei den Bienen beobachtet war, seine Erklärung für die Möglichkeit der Parthenogenesis fusst auf der Vorstellung, dass die Königin und ebenso die Arbeiterinnen das männliche und weibliche Princip in sich vereinigten, erstere, indem sie die Grösse der Drohnen und den Stachel der Arbeitsbienen habe; letztere sollten die Theilnahme an beiden Principien einerseits durch den Stachel, andererseits durch die Brutpflege documentiren. — ² Da eine ausführliche Einlassung auf die Lehre vom Generationswechsel nicht in unserem Plane liegt, verweisen wir auf die hauptsächlichen Specialarbeiten darüber: STEENSTRUP, *über den Generationswechsel, oder die Fortpflanzung und Entwicklung durch abwechselnde Generationen*, Kopenhagen 1842; REICHERT, *Bemerk. zur vergl. Naturforschung etc.*, Dorpat 1845; R. OWEN, *on parthenog. or the successive product. of procreating anim. from a single ovum*, London 1849; V. CARUS, *zur näheren Kenntniss des Generationswechsels*, Leipzig 1849, *Ztschr. f. wiss. Zoologie*. Bd. III. pag. 359, u. *System der thierischen Morphologie*, Leipzig 1853, pag. 268. — ³ Die Citate für DZIERZON's Auseinandersetzungen seiner Theorie s. bei v. SIEBOLD a. a. O. — ⁴ Eine interessante Frage ist, auf welche Weise die Königin bei dem Geschäft des Eierlegens erkennt, wenn sie ein befruchtetes und wenn sie ein unbefruchtetes Ei zu legen hat, und zweitens, durch welchen Mechanismus sie im ersten Falle

den Zutritt des Saamens zum Ei herbeiführt, im zweiten verhindert. Damit, dass man diese zweckmässigen Handlungen auf Rechnung eines „Instinctes“ schiebt, ist nichts erklärt. Da die mit weiblichen Eiern zu belegenden Zellen eng, die Drohnenzellen weit sind, lässt sich voraussetzen, dass entweder die Königin aus der Beschaffenheit des Tasteindrucks, welchen sie von dem eingeschobenen Hinterleib erhält, die Natur der Zelle erkennt, und danach willkürlich die Herbeiführung oder Unterlassung der Befruchtung wählt, oder dass es sich nur um eine unbewusste reflectorische Erscheinung handelt, indem der von der engeren Zelle ausgeübte Druck auf die sensibeln Nerven reflectorisch auf die Nerven animalischer Muskeln, welche das *receptaculum seminis* öffnen, übertragen wird. Erstere Erklärung setzt Ueberlegung voraus, letztere passt besser zu den herrschenden, freilich ziemlich unklaren Vorstellungen, welche man sich von der Beschaffenheit der „Instinct“ genannten Pseudoseelenthätigkeiten macht. v. SIEBOLD hat animalische Muskeln (MUELLER's *Arch.* 1837, pag. 398) in der Umgebung der Saamenkapseln nachgewiesen, deren Thätigkeit aber freilich möglicherweise ebensogut eine Oeffnung, als eine Schliessung des Receptaculum bewirken kann; ist letzteres der Fall, so müsste man annehmen, dass die Contractionen derselben reflectorisch beim Belegen der Drohnenzellen hervorgerufen würden. Neuerdings hat KUECHENMEISTER (*Warum legt eine Bienenkönigin ein unbefruchtetes Ei in eine Drohnenzelle? u. s. w.* MOLESCHOTT's *Unters. zur Naturl.* Bd. III. pag. 233) diese Frage einer sorgfältigen Erörterung unterworfen, und sucht nachzuweisen, dass beim Einzwängen des Hinterleibes der Königin in eine enge Arbeiterzelle ein Druck auf diesen ausgeübt wird, durch welchen die Saamentasche nach oben und vorn in die Höhe gehoben wird, so dass ihr Ausführungsgang eine zum Saamenerguss in den Eileiter geeignete Stellung erhält, während beim Einschieben des Leiters in eine weite Drohnenzelle die Saamentasche eher noch tiefer hinabgedrängt und dadurch ein Schluss des Ausführungsganges bewirkt wird. Ausserdem lässt KUECHENMEISTER besondere Muskeln, einen Levator und Depressor oder Retractor der Saamentasche bei ihren Stellungsänderungen zum genannten Zweck regulirend mitwirken. Die näheren Details und Beweisgründe müssen im Original eingesehen werden. — ⁵ v. SIEBOLD, *über die Fortpflanzung der Psyche, ein Beitrag zur Naturgeschichte der Schmetterlinge*, Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. I. pag. 93. — ⁶ LEUCKART, *sur l'Arrénotokie et la parthenog. des abeilles et des autres Hymenopt. qui viv. en soc.*; lettre à M. v. BENEDEN, *Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique* V. Sér. T. III. Nr. 11 — ⁷ V. CARUS, *System der thierischen Morphologie*, pag. 57 u. 278.

§. 283.

Vom Geschlechtstrieb. Sehen wir von den wenigen Ausnahmefällen ab, in welchen die Möglichkeit selbständiger Entwicklung des Eies vorhanden ist, so bleibt für die bei Weitem grösste Mehrzahl der Thiere das alte Erfahrungsgesetz in unerschütterter Gültigkeit: Die materielle Vereinigung von Ei und Saamen, die Befruchtung des Eies durch den Saamen ist unerlässliche Bedingung für die Erreichung des Endzieles aller Zeugungs-Einrichtungen und Thätigkeiten, d. i. für die Production neuer Individuen. Es muss demnach vor Allem die Erfüllung dieser Bedingung gesichert, dafür gesorgt sein, dass die beiden in besonderen Organen und meist von gesonderten Individuen bereiteten Geschlechtsstoffe im reifen Zustande, zur rechten Zeit, am rechten Orte und überhaupt unter geeigneten Verhältnissen miteinander in Berührung kommen. Es genügte hierzu nicht das blosse Vorhandensein zweckmässiger Einrichtungen, wie der Begattungsorgane, welche für die Vermittlung innerer Befruchtung bestimmt sind; es musste auch für ihren richtigen und rechtzeitigen Gebrauch gesorgt sein. Ebensowenig genügte bei dem einfacheren Verhältniss der äusseren Befruchtung die schon erwähnte Gleichzeitigkeit männlicher

und weiblicher Brunst, der Reifung und Lösung männlicher und weiblicher Geschlechtsstoffe, wenn nicht zugleich für die Entleerung beider unter solchen Verhältnissen, dass sie sicher im äusseren Medium zur Berührung kommen, Sorge getragen war. Das Mittel, welches allen diesen Anforderungen Genüge leistet, finden wir in dem allen Thieren gemeinsamen Geschlechtstrieb, einer eigenthümlichen Thätigkeit der Centralorgane des Nervensystems, deren genaue physiologische Definition schwierig ist. Vielleicht ist es am richtigsten, die Aeusserungen des Geschlechtstriebes auf die Thätigkeit eines Reflexmechanismus zurückzuführen, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird. Im Allgemeinen bezeichnet man mit Geschlechtstrieb die Anregung zur Ausführung aller die Befruchtung bezweckenden Handlungen; so mannigfach bei den verschiedenen Thieren der Mannigfaltigkeit der Befruchtungsverhältnisse entsprechend diese Handlungen, so mannigfach sind die Modificationen dieses Triebes. Da der active Theil der Befruchtungsvermittlung bei der Theilung der Zeugungsgeschäfte fast überall vorzugsweise den männlichen Individuen zugefallen ist, finden wir auch den Geschlechtstrieb vorherrschend als Attribut des männlichen Geschlechtes. Er ist es, welcher die Männchen treibt, die Weibchen aufzusuchen oder anzulocken (Vögel), die Begattung an ihnen zu vollziehen, sei es, dass diese in der Einführung des Penis in die weibliche Scheide besteht, oder in der Uebertragung des Sperma durch irgend welche Organe in die weiblichen Genitalwege, oder, wie bei den Fröschen, nur in einem Umklammern der Weibchen, um das Sperma auf die Eier im Moment der Entleerung auszuspritzen; er ist es, welcher z. B. die Männchen der Fische treibt, den brünstigen Weibchen an die Orte, an welchen sie den Laich absetzen, zu folgen und den entleerten Laich zu befruchten. Kurz er ist der Lehrmeister und pünktliche Vollstrecker aller dem einen Zweck dienenden Acte des geschlechtlichen Verkehrs; nirgends ist die Erreichung dieses Zweckes, die Zusammenkunft von Ei und Saamen, dem Zufall überlassen, nirgends ist die Vollführung der Befruchtungsthätigkeiten eine freiwillige, der bewussten Erkenntniss ihrer Zweckmässigkeit primär entsprungene. Die Wichtigkeit seiner Bedeutung, als Vermittler eines der höchsten Naturzwecke, erklärt die hohe Energie, mit der wir ihn zur Ueberwindung feindseliger Hindernisse ausgestattet finden. Beispiele liessen sich zu Tausenden aufzählen¹; wir erwähnen nur, dass in der Umarmung der Weibchen begriffene Froschmännchen nicht loslassen und die Befruchtung nicht unterbrechen, wenn man ihnen den Kopf abschneidet, Glieder ausreisst, oder verbrennt u. s. f. Auch der Mensch ist Sklave des Geschlechtstriebes, wird von diesem zur Begattung getrieben, von ihm im Gebrauch der Begattungswerkzeuge unterrichtet, wenn er auch ihre Bedeutung erkennen gelernt hat.

Der Geschlechtstrieb steht in jeder Beziehung dem Nahrungstrieb zur Seite, ist für das Leben der Gattung, was dieser für das Leben des Individuums; alle die mannigfachen den Erwerb der Nahrung, den Gebrauch der Verdauungswerkzeuge betreffenden Handlungen, deren Zweck die Unterhaltung des Stoffwechsels ist, sind ebenso unwillkührliche

Zwangsergebnisse des Nahrungstriebes, wie die Zeugungsthätigkeiten des Geschlechtstriebes. Beide Triebe sind aber auch in Bezug auf ihre Entstehung analog; wie der Nahrungstrieb mit dem begleitenden Gemeingefühl des Hungers durch gewisse Zustände des Verdauungsapparates reflectorisch in einer dem Grade dieser Zustände proportionalen Intensität hervorgerufen wird, so wird auch der Geschlechtstrieb mittelbar von den Geschlechtsdrüsen aus erweckt, sinkt und steigt mit dem Grade ihrer Thätigkeit, wie folgende Thatfachen lehren. Der Geschlechtstrieb fehlt vor der Ausbildung der Geschlechtsorgane, vor dem Eintritt ihrer Secretionsthätigkeit; Exstirpation derselben vernichtet ihn, oder lässt ihn gar nicht aufkommen, wenn die Castration vor dem Eintritt der Pubertät erfolgte. Bei den einer periodischen Brunst unterworfenen Thieren erwacht er gleichzeitig mit dem Beginn des Lebens in den Keimdrüsen, und schläft mit dessen Stillstand wieder ein. Bei den continuirlich brünstigen männlichen Menschen kommt es nie zu einer wahren Intermission, wohl aber zu zeitweiligen Remissionen und Steigerungen desselben, welche der sicherlich schwankenden Intensität der Absonderung parallel gehen; zufällige geschlechtliche Anregungen können in jedem Augenblick wahrscheinlich gleichzeitig Hodenthätigkeit und Geschlechtstrieb steigern. Bei der menschlichen Frau ist trotz der Periodicität der Keimdrüsenthätigkeit eine entschieden congruierende Periodicität des ohnehin weniger ausgeprägten und weniger activ sich äussernden Geschlechtstriebes nicht erwiesen, eine solche wäre aber auch mit der continuirlichen Brunst des Mannes nicht gut verträglich. Während der Menstruationsblutung zeigt sich in der Regel Abnahme desselben, sogar Abneigung gegen geschlechtlichen Verkehr, wahrscheinlich in Folge der durch den Blutverlust bedingten zeitweiligen Abnahme der Keimdrüsenthätigkeit. Krankheiten der Genitalorgane führen nicht selten zu abnormer Erhöhung des Geschlechtstriebes, ebenso aber auch häufig krankhafte Zustände benachbarter Organe, insbesondere solche, welche mit heftigen sensibeln Reizungen verknüpft sind, z. B. Blasensteine, Mastdarmwürmer u. s. w. Entleerung der Hoden und der Saamenreservoirs deprimirt den Geschlechtstrieb beträchtlich für einige Zeit, wahrscheinlich bis die gesteigerte Absonderung den Verlust wieder ersetzt hat. Alle diese Thatfachen können keinen Zweifel an der Existenz eines Causalitätsverhältnisses zwischen Geschlechtstrieb und Hodenthätigkeit übrig lassen; die Natur desselben ist aber fraglich. Es scheint, dass von den mit Secret gefüllten Keimdrüsen durch Druck oder auf eine andere Weise sensible Nerven erregt werden, und deren Erregung im Rückenmark diejenige Thätigkeit auslöst und unterhält, welche den Geschlechtstrieb bildet. Dem fraglichen Centrum desselben kann der Anstoss zur Thätigkeit ausser von den Hoden aus noch auf anderen Wegen kommen; oder der bereits vorhandene Trieb kann auf diesen Wegen den Anlass zur Steigerung erhalten. Solche Wege stellen fast alle centripetalleitenden Nerven vor, bald ist es dieser, bald jener Sinnesnerv, welcher durch gewisse Erregungsqualitäten den Geschlechtstrieb zu hellen Flammen anbläst, sei es unmittelbar oder mittelbar, indem die betreffenden Sinnes-

empfindungen zunächst wollüstige Vorstellungen auslösen, und diese zur Erhöhung der Geschlechtsbegierde führen. Bei den meisten Thieren ist sogar augenscheinlich irgend einem bestimmten Sinnesnerv die Function übertragen, den Geschlechtstrieb zu wecken, oder bis zur höchsten Höhe zu steigern; so erwecken die Männchen der Singvögel und Frösche in den Weibchen durch gewisse Gehörseindrücke die Begattungslust, in anderen Fällen sind es Gesichtseindrücke oder Geruchseindrücke eigenthümlicher Secrete des einen Geschlechts, welche zur Reizung des anderen bestimmt sind. Es bedarf kaum der Erwähnung, welche Wichtigkeit diese Erregungsmittel dadurch erhalten, dass sie in die Ferne wirken, und oft in beträchtliche, nach dem Maassstab der Tragweite unserer Sinne unglaublich erscheinende Entfernungen, wie sich durch zahlreiche Beispiele aus allen Thierclassen belegen liesse. Eines der wunderbarsten haben wir schon angedeutet; das Witterungsvermögen der Schmetterlingsmännchen für die brünstigen Weibchen geht so weit, dass sich erstere regelmässig an den Fenstern eines Zimmers einfinden, in welchem ein Weibchen ausgekrochen ist, oft sogar erscheinen, obwohl in weiter Umgebung kein Wohnort derselben bekannt ist. Die höchste Steigerung erfährt der Geschlechtstrieb bei Menschen und Säugethieren durch Erregung der sensibeln Nervenenden der Begattungsorgane selbst, deren nächstes Resultat die als Wollustempfindung bezeichnete Qualität des Gemeingefühls ist, welche aber auch, wie bereits erwähnt, auf reflectorischem Wege vorbereitende Veränderungen der Begattungsorgane für den Coitus herbeiführt, bei dem Manne Erection des Penis, bei der Frau Erection der Clitoris, erhöhte Absonderung der Scheidenschleimhaut. Während der Begattung selbst ist die Ejaculation des Saamens eine Reflexwirkung dieser sensibeln Nerven, wie der folgende Paragraph lehren wird; doch bedarf es zur Herbeiführung derselben nicht der Einführung des Penis in die weibliche Scheide, auch ausserhalb führt die sensible Erregung schliesslich zur Ejaculation.

¹ Vergl. BURDACH, *die Physiol. als Erfahrungswiss.*, Bd. I. pag. 370 u. 497.

§. 284.

Von der Begattung. Unter Begattung im weitesten Sinne des Wortes versteht man die Vereinigung je zweier Individuen einer Thierart, eines männlichen und eines weiblichen (oder auch zweier Hermaphroditen), um mit oder ohne Hülfe besonderer zu diesem Zweck vorhandener Vorrichtungen das Secret der männlichen Keimdrüsen des einen zum Zweck der Befruchtung in die Leitungswege der Eier des anderen zu übertragen, oder auch direct den Eiern im Moment ihres Uebertritts in das äussere Medium zuzuführen. Der active Theil der Begattung ist fast überall ausschliesslich den männlichen Individuen zugefallen, insofern es denselben obliegt, die Weibchen aufzusuchen, zu ergreifen, festzuhalten, um nun entweder ihre Geschlechtsöffnung einfach an die weib-

liche anzulegen, oder einen röhrenförmigen Penis in den weiblichen Geschlechtskanal einzuführen, oder durch andere Organe (z. B. die Unterkiefertaster bei den Spinnen, oder einen Arm bei den Cephalopoden) den aus der Geschlechtsöffnung austretenden Saamen in die weiblichen Genitalien überzutragen, oder nur, wie bei den Fröschen, den Saamen äusserlich auf die Eier im Moment ihrer Entleerung zu spritzen. Ausser in dem zuletzt genannten Falle ist die Begattung durch die aus irgend welchen Ursachen nur im Innern des weiblichen Organismus mögliche Befruchtung nothwendig gemacht; es ist daher die Begattung nicht eine wesentliche Bedingung der Befruchtung überhaupt, sondern nur ein gewissen Nebenverhältnissen angepasstes Hülfsmittel. Wir beschränken unsere Betrachtung auf die dem Menschen und Säugethieren eigene Art der Begattung, welche in der Einführung des erigirten Penis in die weibliche Scheide besteht.

Die Erection des Penis giebt demselben eine zur Einführung in die Scheide geeignete Lage, eine derselben entsprechende Form und Grösse, und einen hohen Grad von Härte, welche bei seiner Reibung an den Wänden der Scheide eine intensive Reizung der sensibeln Nervenenden und durch diese mittelbar die gleich zu beschreibenden wichtigen Reflexwirkungen hervorbringt. Ist der Scheideneingang durch das Hymen noch verschlossen, so erfordert die Einführung des Penis grössere Gewalt; besitzt das Hymen nicht einen ungewöhnlichen Grad von Dehnbarkeit, so giebt es dem Stoss der Ruthe durch Einreissen nach; die Lappen des zerrissenen Jungfernhäutchens obliteriren zu den sogenannten *carunculis myrtiformibus*, welche späteren Begattungen keinen Widerstand mehr entgegensetzen. Bei vollständiger Immission füllt der Penis den Scheidenkanal ganz aus, erreicht mit der Eichel die Vaginalportion des Uterus, so dass die Mündung der Urethra dem Muttermund gegenüber zu stehen kommt. Nach erfolgter Immission treten in männlichen und weiblichen Theilen Bedingungen ein, welche die Füllung der cavernösen Körper der erectilen Organe vermehren. Die Wurzel des Gliedes drückt auf die *bulbi vestibuli* der Frau und bedingt so vermehrte Stauung des Blutes in der bereits erigirten Clitoris, wahrscheinlich tritt aber auch durch den Gegendruck dasselbe im männlichen Glied ein; eine nachträgliche Vermehrung der Füllung der männlichen Eichel bewirken die im Verlauf der Begattung eintretenden rhythmischen Contractionen der *musculi bulbo-* und *ischiocavernosi* durch den Druck, welchen sie auf die Wurzeln der Schwellkörper ausüben. Die spritzenstempelartige Hin- und Herbewegung des männlichen Gliedes in der Scheide, bei welcher die Eichel an den *columnis rugarum* sich reibt, und die Reibung der weiblichen *glans clitoridis* an der Wurzel des Gliedes dient zur Erregung der sensiblen Nerven beider Theile, durch welche einerseits der höchste Grad der Wollustempfindung, andererseits aber beim Mann sowohl als bei der Frau gewisse Reflexbewegungen hervorgerufen werden. Diese Reflexbewegungen sind es, welche den Zweck der Begattung, die Ueberführung des männlichen Keimstoffes zur Befruchtungsstätte, erfüllen, indem sie beim Manne die Ejaculation des Saamens, bei der

Frau seine Aufnahme und Weiterleitung vermitteln. Bei dem Manne gerathen die Muskeln in den Wänden der Saamenleiter und Saamenblasen in peristaltische Contractionen und befördern den Saamen in die Harnröhre, aus welcher er stossweise durch die rhythmischen Contractionen der genannten Dammuskeln ausgeworfen wird. Der Weg nach der Harnblase ist dem Saamen durch die mit der Erection verbundene Füllung der Venen des *caput gallinaginis* versperrt; dieser Verschluss der Harnröhre macht auch bei vollkommener Erection die Urinentleerung unmöglich. Bei der Frau sind es die Muskeln des Uterus, welche reflectorisch in Thätigkeit versetzt, einmal eine für den Eintritt des Saamens günstige Stellungsveränderung, zweitens durch peristaltische Bewegungen die Weiterleitung des in die Uterinhöhle gelangten Saamens nach den Tuben und den Eierstöcken bewirken. Erstere Wirkung zeigt sich nach LITZMANN'S Beobachtungen schon beim Touchiren der Vaginalportion mit dem Finger; bei erregbaren Frauen stellt sich der Uterus mehr senkrecht, so dass sein vorher mehr nach hinten gerichteter Mund mehr nach abwärts sieht. Nach ROUGET ist diese Stellungsänderung das Resultat einer Erection des Uterus, welche, wie wir oben erörterten, durch denselben Mechanismus wie die Erection des Penis, d. h. durch eine Blutstauung in Folge von Muskeldruck auf die abführenden Gefässe entstehen soll. Es ist vielfach darüber gestritten worden, durch welchen Mechanismus das zunächst in die Scheide ejaculirte Sperma durch den Muttermund in die Uterinhöhle und von da weiter nach den Ovarien befördert wird; in früherer Zeit hat man mehr Schwierigkeiten für diese Saamenwanderung vermuthet, als wirklich vorhanden sind, theilweise sogar die Unmöglichkeit des Saameneintrittes in Substanz in den Uterus behauptet, und deswegen angenommen, dass nur ein geheimnissvoller Duft des Saamens, eine *aura seminalis*, weiter dringe und das befruchtende Princip sei. Jetzt ist nicht allein das factische Vordringen des Saamens bis zu den Ovarien bei jeder fruchtbaren Begattung erwiesen, sondern auch die einfachen Mittel und Wege dazu dargethan. Der Muttermund ist zwar geschlossen, aber, wie der ungehinderte Austritt des Menstrualblutes lehrt, keineswegs so fest, dass es zu seiner Wegsammachung für den Saamen erheblicher Kräfte und besonderer Erweiterungsmuskeln bedürfte. Wahrscheinlich reicht schon die Kraft, mit welcher der Saamen ejaculirt wird, im Verein mit dem spritzenstempelartigen Druck des die Scheide ganz erfüllenden Gliedes hin, das Sperma durch den Muttermund hindurch zu pressen. Ob die Contractionen der Uterinmuskeln selbst zu seiner Eröffnung etwas beitragen und den Saamen einsaugen können, ist sehr zweifelhaft; sicher aber sind es solche bei Thieren direct beobachtete vom Muttermund nach den Tuben und in diesen nach den Ovarien hin fortschreitende peristaltische Bewegungen der Uteruswände, welche den eingedrungenen Saamen schnell in der bezeichneten Richtung dem Ei entgegenbefördern. Uebrigens gelangt von der nicht unbeträchtlichen Menge des bei einer Begattung ejaculirten Saamens sicher immer nur ein kleiner Theil in den Uterus, während der Rest durch die Scheide wieder abfließt; wie gering

die Mengen, welche zur Befruchtung nöthig sind, wird der folgende Paragraph lehren. An eine active Weiterbewegung des Saamens durch die Bewegungen der Saamenfäden ist nicht zu denken, einmal weil die Kraft derselben sicher den beträchtlichen Widerständen, welche ihnen entgegenstehen, nicht gewachsen ist, vielleicht nicht einmal zur Ueberwindung der entgegengesetzt schwingenden Cilien des Flimmerepithels genügt, zweitens weil diese Bewegung in allen möglichen Richtungen geschieht, so dass das Vordringen eines oder mehrerer Saamenfäden in die Tuben bis zu den Ovarien wahrscheinlich in der Mehrzahl der Fälle, in welchen die Befruchtung erfolgt, dem Zufall überlassen bleiben müsste.

Die Begattung ist bei beiden Geschlechtern, in höherem Grade beim Manne mit allgemeinen Erscheinungen verknüpft, welche von mittelbar erhöhter Thätigkeit gewisser Theile des Nervensystems abzuleiten sind. Es sind als solche zu nennen: vermehrte Herzthätigkeit, subjective Hitze, Schweiss, Halucinationen, überhaupt gewaltige psychische Aufregung, unwillkührliche krampfartige Muskelcontractionen; bei Frauen häufig Magenkrämpfe mit Uebelkeiten und Erbrechen und alle möglichen Formen der sogenannten hysterischen Erscheinungen. Bei dem Manne erlischt mit der vollendeten Saamenejaculation rasch die geschlechtliche Begierde, die Aufregung weicht einer beträchtlichen Ermattung und oft anhaltenden geistigen Verstimmung. Dass insbesondere beim Manne die Thätigkeit der betheiligten Nervencentra bei der Begattung eine energische, erschöpfende ist, lehren auch die bekannten üblen Folgen zu häufiger Befriedigung des Geschlechtstriebes durch normalen Coitus oder Selbstbefleckung.

§. 285.

Von der Befruchtung. Die Aufgabe dieses Paragraphen ist: Bedingungen, Erscheinungen und Wesen derjenigen Einwirkung des Saamens auf das Ei, durch welche er dasselbe zur vollständigen Durchführung seiner Entwicklungsveränderungen bis zur Vollendung eines neuen Individuums anregt und befähigt, zu erörtern. Es giebt wenige Fragen in der Physiologie, welche von altersher in gleichem Grade der Spielball der Hypothese gewesen sind, wie die Frage nach dem Wesen der Befruchtung. Nüchterne, auf Thatfachen oder vermeintliche Thatfachen gegründete Theorien und die abenteuerlichsten, oft ganz aus der Luft gegriffenen, irgend einer naturphilosophischen Modeanschauung angepassten Dichtungen haben im bunten Wechsel sich um die Herrschaft gestritten; hätten wir Raum für eine Specialgeschichte der Physiologie, so könnten wir Bogen über dieses Thema füllen.¹ Das Wesen der Befruchtung ist noch heutzutage ein durchaus ungelöstes Problem, trotzdem, dass schon seit geraumer Zeit durch SPALLANZANI'S² künstliche Befruchtungsversuche die wichtigsten Bedingungen eines wirksamen Verkehrs zwischen Saamen und Ei festgestellt sind, trotzdem, dass die neueste Zeit durch

sorgfältige mikroskopische Forschungen die Grundthatsache der Befruchtung, den Eintritt der beweglichen Saamenelemente in das Innere des Eies, über alle Zweifel erwiesen hat. Eben diese Thatsache war es, auf welche man früher, lange bevor der geringste objective Beweis für sie geliefert war, Theorien der wunderbarsten Art gebaut hat, während sie später, als sie zuerst als Beobachtungsergebnis auftrat, lange Zeit hartnäckig in Abrede gestellt wurde, und jetzt, wo sie mit voller Sicherheit dasteht, bei unbefangener Kritik als unzureichend erkannt werden muss, eine Antwort auf jene wichtigste Cardinalfrage zu schaffen. Wir wenden uns zu einer Erörterung der Thatsachen.

Bereits durch SPALLANZANI'S classische Versuche war der Beweis geliefert worden, dass nur reifer Saamen mit beweglichen Saamenfäden bei directer materieller Berührung mit einem reifen Ei eine befruchtende Wirkung auszuüben vermag. Dieser Nachweis war von hoher Wichtigkeit zu einer Zeit, wo das Märchen von einer fruchtbaren *aura seminalis* noch im vollen Ansehen stand, gestützt auf gewisse oberflächliche oder missverständene Beobachtungen von Schwangerschaft bei unwegsamen Tuben, unverletztem Hymen u. s. w. SPALLANZANI stellte seine Versuche mit Eiern und Saamen von Fröschen und Fischen, welche er aus deren Keimdrüsen selbst entlehnte, an. Er fand, dass reife Eierstockseier künstlich mit reifem Saamen in Berührung gebracht, sich unter sonst günstigen Verhältnissen ebenso entwickelten, wie natürlich befruchtete, dass aber weder unreife Eierstockseier durch reifen Saamen, noch reife Eier durch Hodenflüssigkeit, in welcher die Saamenfäden noch nicht vollständig entwickelt waren, befruchtet werden können. Er wies ferner nach, dass der reife Saamen seine Befruchtungskraft verloren hat, wenn seine Saamenfäden ihre Beweglichkeit eingebüsst haben, sei es durch Verweilen an der Luft, oder durch den Einfluss störender Zusätze. Nur Wasser machte in letzterer Beziehung eine Ausnahme; obwohl dasselbe rasch die Bewegungen der Saamenfäden vernichtet, behält doch der Saamen selbst in unendlichen Verdünnungen noch seine Wirksamkeit; SPALLANZANI vermischte 0,032 Grmm. Saamen mit 500 Grmm. Wasser und fand, dass ein Tropfen dieser Mischung, welcher nur 0,000000008 Mgr. Saamen enthielt, doch noch befruchtete, und die Entwicklung eben so rasch als bei der Einwirkung reinen Saamens von Statten ging. Weiter bewies er, dass die Befruchtungskraft des Saamens an die Gegenwart von Saamenfäden gebunden ist. Dies folgte nicht mit Nothwendigkeit aus der schon erwähnten Erfahrung, dass Saamen mit unentwickelten oder mit bewegungslos gewordenen Saamenfäden unwirksam ist; denn es wäre möglich, dass in ersterem Falle die Saamenflüssigkeit ebenfalls noch nicht ihre volle Reife erlangt hätte, im zweiten Falle dieselbe Ursache, welche die Beweglichkeit der Saamenfäden aufhebt, auch eine die Befruchtungskraft vernichtende physikalische oder chemische Veränderung der Zwischenflüssigkeit bedingt hätte. Dass aber wirklich die Saamenfäden selbst die Träger des befruchtenden Principis, oder wenigstens die unentbehrlichen Vermittler der Befruchtung sind, lehrten SPALLANZANI'S Versuche mit Filtration des

Saamens; das Filtrat, in welchem das Mikroskop keine Formelemente entdeckt, ist unter allen Umständen unwirksam, während der auf dem Filter bleibende, fast nur aus Saamenfäden bestehende Rückstand sich in hohem Grade befruchtungsfähig zeigt. Wie für den Saamen, so waren auch einige das Ei betreffende Bedingungen der Befruchtung durch Erfahrung und Experimente festgestellt; abgesehen von der schon erwähnten Bedingung der vollen Reife des Eies, war ermittelt, dass der Saamen, um befruchten zu können, mit der im Eierstock gebildeten Hülle des Eies in Berührung kommen muss, indem er durch die späteren im Eileiter hinzutretenden accessorischen Hüllen in der Regel nicht hindurch zu wirken vermag, besonders nicht, wenn dieselben eine beträchtliche Consistenz haben. Diese Bedingung erklärt die Nothwendigkeit der Begattung und inneren Befruchtung z. B. bei den Vögeln, während sich andererseits die Möglichkeit äusserer Befruchtung bei den Fröschen, trotz der nicht unbeträchtlichen Eiweissumhüllung des Eies, aus deren weicher Consistenz erklärt. Dass chemische oder grobe physikalische Veränderungen des Eies die Befruchtung unwirksam machen, versteht sich von selbst.

Alle die bisher genannten, durch mühsame Experimente zu Tage geförderten Befruchtungsbedingungen haben in neuester Zeit durch die Entdeckung, dass der eigentliche Befruchtungsvorgang in dem Eindringen der Saamenfäden in das Innere des Eies besteht, eine einfache Erklärung erhalten; wäre diese Thatsache früher constatirt gewesen, so hätten sich alle diese Bedingungen *a priori* construiren lassen. Die Geschichte der bezeichneten Entdeckung ist eine der interessantesten der ganzen Physiologie, wir glauben daher am zweckmässigsten zu verfahren, wenn wir die zu erörternden Thatsachen in historischer Reihenfolge ordnen. Die Behauptung, dass die Saamenfäden in den Dotter eindringen, ist sehr alt, weit älter als die Entdeckung, die Entdeckung ist aber auch älter, als der allgemeine Glaube daran; ich selbst habe mich noch vor wenigen Jahren bemüht, zu beweisen, dass keine unbedingt glaubwürdige Beobachtung für den Saamenfädeneintritt vorliege, die meisten entschieden irrig seien. Die älteren Angaben waren völlig aus der Luft gegriffen, entweder blossen Phantasien entsprungen, wie z. B. der Idee, dass das Saamenthierchen selbst die Grundlage des Embryo, der Homunculus sei, oder auf die rohesten Beobachtungen, z. B. von der allgemeinen Formähnlichkeit der *chorda dorsalis* (der Grundlage der Wirbelsäule des Embryo) mit einem Saamenfaden gegründet.⁵ Der Erste, welcher Saamenfäden im Inneren des Eies wirklich gesehen hat, ist ohnstreitig M. BARRY⁴; so bestimmt ihm früher dieses Verdienst abgesprochen wurde, so lange seine Beobachtungen vereinzelt dastanden und ihre Constatirung Niemandem gelang, so gerecht ist es, ihn jetzt als den Entdecker des wichtigen Factums zu bezeichnen. BARRY theilte im Jahre 1840 mit, dass er eigenthümliche Oeffnungen im Kaninchenei und einmal innerhalb eines solchen einen Körper, welcher die grösste Aehnlichkeit mit einem vergrösserten Saamenfaden hatte, beobachtet habe; im Jahre 1843 dagegen giebt er bestimmt an, wiederholt im Inneren

von Kanincheneiern aus dem Eileiter Saamenfäden erkannt zu haben. Jene erste Beobachtung BARRY's erscheint noch heutzutage in sehr zweifelhaftem Lichte, denn weder lässt BARRY's Abbildung jene vermeintliche grosse Aehnlichkeit des fraglichen Objects in der Oeffnung mit einem Saamenfaden einleuchten, noch ist es bis jetzt gelungen, die Existenz jener nach BARRY durch allmälige Verdünnung der Wandung entstehenden (Mikropylen-) Oeffnungen in der *zona pellucida* zu constatiren; im Gegentheil sucht MEISSNER⁵ aus BARRY's Beschreibung und Abbildung derselben und nach eigenen Beobachtungen wahrscheinlich zu machen, dass dieselben zufällige, durch die Präparation entstandene Risse der Zona gewesen seien. Nicht so waren BARRY's spätere Angaben durch directe Gegengründe zu entkräften; die Gründe, warum man insbesondere auf BISCHOFF's Autorität hin allgemein eine Täuschung BARRY's annahm, lagen theils in dem Umstande, dass BARRY's embryologische Arbeiten reich an entschieden irrigen Angaben sind, welche von Beobachtungstäuschungen herrühren, theils in der leichten Erklärlichkeit der Täuschung BARRY's aus einer Verwechslung auf der Zona befindlicher Saamenfäden mit innerhalb derselben befindlichen, und drittens in der Versicherung der ersten Autorität in Befruchtungsbeobachtungen, BISCHOFF's, trotz sorgfältiger Untersuchung zahlloser befruchteter Säugthiereier niemals einen Saamenfaden im Dotter wahrgenommen zu haben. Bei der Wichtigkeit der Sache können diese Gründe wohl noch jetzt genügen, den Skepticismus, mit welchem BARRY's Angaben beurtheilt wurden, zu entschuldigen. Der festgewurzelte Unglaube an das Eindringen der Spermatozoen wurde auch nicht erschüttert, als dasselbe von zwei anderen englischen Forschern bei anderen Thieren auf's Neue beschrieben wurde, von NELSON für die Ascarideneier und von NEWPORT für die Froscheier.⁶ NELSON, von dessen Arbeit bereits wiederholt die Rede gewesen ist, beobachtete bei *Ascaris mystax*, dass jene eigenthümlichen, erst im weiblichen Eileiter vollkommen ausgebildeten kegelförmigen glänzenden Saamenkörperchen (Bd. III. pag. 91) die von oben aus dem Eierstock herabkommenden Eier dadurch befruchten, dass sie sich einfach in die nach seiner Ansicht hüllenlose Dottersubstanz an irgend einer Stelle hineindrücken, sich darin in unregelmässige durchsichtige Massen verwandeln und endlich verschwinden, worauf die Furchung beginnt. NEWPORT sah die Saamenfäden der Frösche in Menge durch die Eiweisschülle der Froscheier senkrecht sich einbohren, konnte sie Anfangs immer nur bis zur Dotterhaut verfolgen; später dagegen gelang es ihm, sie auch innerhalb der Dotterhaut wahrzunehmen. Beide Arbeiten hatten noch wenig Beachtung gefunden, als KEBER⁷ auftrat und mit grösster Bestimmtheit das Eindringen der Saamenfäden in die Eier der Najaden und des Kaninchens durch präformirte Oeffnungen, für welche er zuerst den aus der Pflanzenanatomie entlehnten Namen „Mikropyle“ einführte, beobachtet zu haben behauptete. Leider sind KEBER's Angaben, so weit sie die Befruchtung des Kanincheneies betreffen, die grössten Irrthümer, unverzeihliche Fehlschlüsse aus fleissigen und wahrscheinlich richtigen Beobachtungen, soweit sie die Befruchtung

des Najadeneies betreffen, grösstentheils auf ungenügende oder unrichtige Beobachtungen begründet, und ebenfalls reich an falschen Interpretationen des wirklich Gesehenen. Nur wenige Data zum Beleg dieses Urtheils. KEBER beschreibt als Kanincheneier Bläschen, deren Wand aus Bindegewebe und glatten Muskelfasern besteht, reichlich von Capillargefässen durchzogen ist, hier und da auch Fettzellen enthält, und auf ihrer Innenfläche von einem Flimmerepithel überzogen ist; im Innern dieses Bläschens findet sich als Dotter ein maulbeerförmiger, flimmern-der, um sich selbst rotirender Körper, und neben ihm vereinzelt kleine, den Beeren des ersteren entsprechende, ebenfalls flimmernde Körperchen! Diese Bläschen sassen meist an der Aussenfläche der Tuben oder des Uterus mit einem Stiel auf, in dessen Innerem ein frei mündender Kanal, die Mikropyle, verlief! Diese complicirten Gebilde, deren Beschreibung Punkt für Punkt einen Widerspruch gegen ein Cardinalmerkmal eines thierischen Eies enthält, in denen jeder Unbefangene die längst bekannten Schleimhautbläschen der Eileiter mit losgerissenen Partikelchen des Eileiterepithels im Inneren ohne Weiteres erkennt, sind die Objecte, in deren Mikropylen KEBER die Saamenfäden eintreten gesehen haben will; eine solche Naivetät würde höchstens als Curiosum beachtet worden sein, wenn nicht KEBER mit unglaublicher Zuversicht seine monströsen Behauptungen vertheidigt hätte. Nicht ganz so arg sind KEBER's Angaben über die Najadenbefruchtung; hier hat KEBER wenigstens wirkliche Eier vor sich gehabt, wenn er auch ihren Bau falsch beschreibt; allein dafür sind die Gebilde, welche nach seiner Angabe durch die Mikropylen in diese Eier eindringen, keine Saamenkörperchen, und jedes Moment des vermeintlichen Befruchtungsvorganges eine physiologische Unwahrheit. Es soll die Befruchtung nicht, wie Andere glauben und wissen, äusserlich, sondern im weiblichen Eileiter, nicht an reifen Eiern, sondern an den unreifen, nicht zu bestimmten Zeiten nur, sondern das ganze Jahr hindurch erfolgen, die Saamenkörper beim Eintritt in den Eileiter (der eine Begattung voraussetzt!) ihre Schwänze verlieren, weil KEBER im Eileiter schwanzlose Körnchen fand, die er für Saamenkörper erklärt und im Innern des Dotters wiedergesehen haben will u. s. w. Es haben diese KEBER'schen Fabeln, auf welche wir nicht näher eingehen können, die gebührende Würdigung erhalten; wenn das Urtheil von allen Seiten hart und schroff ausgesprochen worden ist, so hat das KEBER seiner eigenen anmaassenden Darstellungsweise allein zuzuschreiben. Ich⁸ habe mir zuerst die Mühe genommen, den Werth der KEBER'schen „Entdeckungen“ zu beleuchten; bald darauf haben gleichzeitig BISCHOFF⁹ und v. HESSLING¹⁰ (später auch MEISSNER) insbesondere den die Najaden betreffenden KEBER'schen Angaben eine ausführliche Widerlegung gewidmet, das Märchen vom Kaninchenei bedurfte einer solchen nicht. Trotz alledem bleibt den KEBER'schen Arbeiten ein Verdienst, welches ihnen einen Platz in der Geschichte der Befruchtungslehre sichert, das Verdienst nämlich, neue exacte Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang angeregt zu haben, durch welche die Wahrheit zu Tage gekommen ist. Kurze Zeit, nachdem BISCHOFF seine Widerlegung KEBER's und NEL-

son's veröffentlicht hatte erschien eine neue Arbeit von ihm¹¹, in welcher er das von NEWPORT, beim Froschei und von BARRY beim Kaninchenei beobachtete Eindringen der Spermatozoen nach eigenen Untersuchungen bestätigt. Da beim Froschei diese wichtige Beobachtung am leichtesten zu wiederholen ist, beschreiben wir kurz Methode und Thatfachen. BISCHOFF rath, im Frühjahr ein Froschpärchen, welches sich schon möglichst lange umfasst hält, daher dem Acte der Befruchtung möglichst nahe ist, einzufangen, damit man beide Geschlechtsstoffe vollkommen reif aus den untersten Enden der männlichen und weiblichen Leitungsorgane entnehmen kann. In den ausgepressten, mit etwas Wasser verdünnten Inhalt der Saamenblasen legt man eine Anzahl Eier, und untersucht dieselben alsbald, indem man sie unverletzt mit Wasser zwischen die Platten eines Compressoriums bringt. Man erblickt dann die Oberfläche der Eiweisschülle des Eies besetzt mit Saamenfäden, von welchen ein Theil unter bohrenden Bewegungen des Fadens unter den Augen des Beobachters in radialer Richtung mit dem Körper voran in die Eiweisschichte mit grosser Geschwindigkeit sich einbohrt. Die innersten dichtesten Schichten der Eiweisschülle (welche NEWPORT irrthümlich als Dotterhaut oder Chorion beschreibt) sind Anfangs noch so undurchsichtig, dass es nicht gelingt, die in sie eindringenden Saamenfäden weiter zu verfolgen; wartet man, bis sie durch Wasser aufgequollen sind, so sieht man auch in ihnen Massen von Spermatozoiden, senkrecht gegen den Dotter gerichtet, wie Nadeln stecken, einzelne bis zur wahren Dotterhaut vorgedrungen, allein die meisten bereits bewegungslos, so dass der Act des Eindringens von BISCHOFF nie gesehen wurde. Dafür fand er dieselben nach dem Eintritt im Innern des Eies wieder; da der Dotter der Frösche sehr undurchsichtig ist, muss man die Spermatozoiden in dem hellen Zwischenraum zwischen Dotter und Dottermembran, welcher sich unmittelbar vor dem Beginn der Furchung an dem schwarzen Pole des Eies bildet, aufsuchen. Was das Säugethierei betrifft, so hatte BISCHOFF bei seinen trefflichen Untersuchungen über das Kaninchen- und Hundeei zahllose Eier aus dem Eileiter beobachtet, deren Zona auf das Dichteste mit Saamenfäden besetzt war, niemals aber, auch wo einer oder mehrere derselben im Innern sich zu befinden schienen, sich davon durch objective Beweise überzeugen können, und dies war der Grund, aus welchem er auch die Richtigkeit der BARRY'schen Angaben bezweifelte. Jetzt aber, nachdem er selbst die Richtigkeit des Factums beim Froschei eingesehen, gelang es ihm, auch beim Kaninchenei durch „erneute Sorgfalt, bessere Instrumente und Glück“ Saamenfäden unzweifelhaft im Innern zu beobachten. Er fand bei einem Kaninchen 48 Stunden nach der Begattung in einem Eileiter 7 bereits ziemlich weit in der Furchung vorgeschrittene Eier, welche sämmtlich mit Saamenfäden besetzt waren, und theilweise auch solche im Inneren zu enthalten schienen, so weit sich aus ihrer Deutlichkeit bei bestimmten Stellungen des Focus schliessen liess. Bei einem dieser Eier gelang es BISCHOFF, mit einer Nadel die umgebende Eiweisschicht allmählig abzuschälen und eine Oeffnung in die Zona zu stechen, ohne dass der Dotter ausfloss; als er dieses Ei unter das Compressorium

brachte und abwechselnd stärker und schwächer drückte, sah sowohl er als LEUCKART bei jedem Druckwechsel einen Saamenfaden im Inneren frei hin und her fließen. Bei einem zweiten Ei sah LEUCKART nach dem Sprengen desselben einen Saamenfaden deutlich zwischen den Dotterkugeln aus der Oeffnung ausfliessen. Zu gleicher Zeit war es auch MEISSNER^{1 2} gelungen, bei vier ziemlich am Ende des Furchungsprocesses angelangten Kanincheneiern sich und gewichtige Zeugen von der Gegenwart von zahlreichen (je 10) bewegungslosen, aber vollkommen erhaltenen Spermatozoiden im Inneren jedes derselben zu überzeugen. Dass sie wirklich im Innern befindlich waren, schliesst MEISSNER aus folgenden Gründen mit vollem Recht: erstens erschienen sie sämmtlich (mit einer einzigen Ausnahme) innerhalb der inneren Kreiscontour der Zona, zweitens fanden sich viele dicht an dieser Contour, gleich deutlich mit derselben und den im Focus befindlichen Furchungskugeln, und drittens sah MEISSNER viele derselben beim Zerdrücken des Eies mit der Dottermasse ausfliessen.

Nachdem durch diese ersten Beobachtungen der lange bestrittene Eintritt der Saamenfäden in das Innere des Eies zunächst bei Frosch- und Kanincheneiern sicher erwiesen war, durfte mit grosser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass bei allen Thieren der wesentliche Vorgang der Befruchtung derselbe sei, überall eine Zumischung der Formelemente des Saamens zu dem Inhalt der Eizelle stattfinde. Die mit Bestimmtheit zu erwartende Bestätigung dieses Schlusses durch directe Beobachtungen ist auch jetzt bereits in so grossem Umfange erfolgt, dass ohne Bedenken der Eintritt der Saamenfäden als allgemeines ausnahmsloses Gesetz der thierischen Befruchtung ausgesprochen werden darf. Eine neue Befestigung hat dieses Gesetz durch die Auffindung der „Mikropylen“ bei einer grossen Anzahl thierischer Eier gefunden. Von speciellen Beobachtungen sind vor allen die zahlreichen von LEUCKART^{1 5} an Insecteneiern gemachten hervorzuheben; er fand nicht allein bei fast allen untersuchten Arten dieser grossen Classe die oben beschriebenen präformirten Eintrittsöffnungen in den mannigfachsten Gestalten, sondern überraschte auch häufig die Saamenfäden *in flagranti*, im Eintritt durch jene Thore begriffen (*Fig. 1*, Bd. III. pag. 40). Es sind ferner hervorzuheben MEISSNER's^{1 4} sorgfältige Beobachtungen über den Befruchtungsact bei *Mermis albicans*, *Ascaris mystax* und anderen Nematoden, Lumbricus, ferner ebenfalls bei Insecten, bei welchen MEISSNER unabhängig von LEUCKART gleichzeitig die Mikropylenapparate entdeckt hatte, endlich bei *Echinus esculentus*. Ferner erinnern wir an die schon erwähnte höchst interessante Auffindung von Spermatozoen im Innern des befruchteten (weiblichen) Bieneneies durch v. SIEBOLD.^{1 5} Endlich machen wir auf die höchst wichtige Bestätigung des fraglichen Factums im Bereich der Pflanzenwelt aufmerksam; es ist bereits mehrfach bei gewissen Kryptogamen das Eindringen der oben beschriebenen Saamenkörperchen in das Innere der weiblichen Spore beobachtet worden. Vor Allem sind PRINGSHEIM's^{1 6} treffliche Beobachtungen des Befruchtungsvorganges bei *Oedogonium* zu

erwähnen. Die Beschreibung der Befruchtung von *Fucus*¹⁷, bei welchem sich die kleinen Schwärmsporen in Massen radial in die Oberfläche der Spore (Dotterkugel) einbohren, durch ihre Schwingungen dieselbe in eine rotirende Bewegung versetzen und endlich in dem Innern verschwinden, erinnern auffällig an MEISSNER's Beschreibung der Befruchtung bei *Lumbricus*, nach welcher sich die Spermatozoen von allen Seiten in die weichen (membranlosen) gallertartigen Dotter einbohren, so dass sie mit dem verdickten Ende darin stecken, während die Schwänze zu schwingen fortfahren, und dadurch den Dotter, welcher oft einer mit Flimmercilien besetzten Zellenmasse gleicht, in eine rotirende Bewegung versetzen. Vielleicht ist die von BISCHOFF früher in seltenen Fällen beobachtete Rotation des Säugethierdotters ein ganz analoges Phänomen, eine Drehung durch die eingedrungenen sich noch fortbewegenden Saamenfäden.

Da uns eine detaillirte Beschreibung aller bis jetzt vorliegenden Beobachtungen über das Eindringen der Saamenfäden in's Ei unmöglich ist, wollen wir die allgemeinen Sätze, welche sich bis jetzt daraus ableiten lassen, und die Fragen, welche weiteren Untersuchungen zur Lösung zu unterbreiten sind, aufsuchen.

Die Saamenfäden gelangen in das Innere der Eizelle theils durch ihre eigenen Bewegungen, theils passiv, theils durch präexistirende Kanäle der Eihüllen, theils durch selbst gebahnte Oeffnungen derselben, bei einigen Thieren, wie es scheint, vor der Gegenwart einer Dotterhaut überhaupt in die nackte Dottersubstanz. Die Beobachtungen von NEWPORT und BISCHOFF am Froschei lassen keinen Zweifel übrig, dass hier und so wahrscheinlich in vielen anderen Fällen das Eindringen der Saamenfäden ein actives ist, insofern das Mittel dazu in ihren eigenen Bewegungen liegt. Hätte man vor Jahren diese regelmässige zweckmässige Bewegung der Saamenfäden gekannt, hätte man beobachtet, wie sie in grosser Anzahl, alle einem Ziele zusteuernd, sich in die Eiweisschicht des Froscheies mit grosser Geschwindigkeit einbohren, so hätte man sicher darin einen neuen gewichtigen Beweis für ihre thierische Natur, für ihre von einem Willen nach Zwecken geleiteten Bewegungen erblickt. Und in der That sind diese zweckmässigen Bewegungen wunderbar; es ist für den Teleologen leicht, den Eintritt in das Ei überhaupt als den Zweck aufzufassen, für dessen Erreichung die Saamenelemente mit Beweglichkeit begabt sind, schwer aber das Factum zu erklären. Welche Kraft treibt die Fäden centripetal und verhindert sie, ihre Richtung zu ändern, wenn sie an den dichteren Eiweisschichten und endlich an der Dotterhaut auf mächtige Widerstände stossen? Beobachten wir die Fäden in ihrer Mutterflüssigkeit, so sehen wir sie von Widerständen aufgehalten, welche offenbar weit geringer als die genannten sind. Allerdings hat BISCHOFF nicht selten Saamenfäden gesehen, welche bis zur Dotterhaut vorgedrungen, an derselben sich umbogen hatten, wie Nägel, welche in eine nachgiebige Masse eingetrieben, plötzlich auf eine undurchdringliche Schicht gestossen sind; allein ein Theil der Saamenfäden muss doch durch diese dichteste Schicht hindurch, wenn nicht auch am Froschei noch eine Mikropyle gefunden wird, was keines-

wegs unmöglich, ja sogar von PREVOST und DUMAS früher schon behauptet worden ist.¹⁸ Fände sich eine solche, dann verlöre die Sache viel von ihrem Wunderbaren; es würden dann von allen an der ganzen Peripherie des Eies sich einbohrenden Spermatozoen nur diejenigen ihr Ziel erreichen, welche zufällig auf die Mikropyle stiessen. Es ist wohl möglich, dass eine solche Mikropyle auch bei ringsum geschlossener Eiweisschülle vorhanden ist, da überhaupt diese Oeffnungen überall nur in den im Eierstock selbst gebildeten Eihüllen, nicht in den vom Eileiter herrührenden sich finden, ferner die Mikropylen auch anderwärts nicht frei zu Tage liegen, sondern, z. B. auch bei den Insecten, mit Eiweisspfropfen, welche von den Spermatozoiden durchbohrt werden müssen, verschlossen sind. Immerhin bleibt bei so dünner Dotterhaut, wie beim Froschei, recht wohl denkbar, dass die Spermatozoen durch energische bohrende Bewegungen sich selbst ihren Weg bahnen. Weit wahrscheinlicher ist es mir, dass sich beim Säugethierei doch noch eine Mikropyle findet, so vergeblich bis jetzt die Bemühungen, eine solche darzuthun, so zweifelhaft die Angaben BARRY'S über die Existenz derselben. Es gründet sich diese Wahrscheinlichkeit einmal auf die Dicke und Derbheit der *zona pellucida*, zu deren Durchbohrung die Saamenfäden mit ihren kraftlosen nicht bohrenden Bewegungen und ihrem stumpfen Vorderende durchaus nicht befähigt erscheinen, zweitens auf den Umstand, dass Beobachter, wie BISCHOFF, welcher unzählige mit beweglichen Saamenfäden übersäte Säugethiereier vor sich gehabt hat, nie einen derselben radial gestellt in die Substanz der Zona eingedrungen gesehen haben, drittens auf die schon oben (Bd. III. pag. 30) hervorgehobene Wahrscheinlichkeit, dass die Zona, wie die Eihülle des Fischeies, nicht homogen, sondern aus einer dünnen primären Dottermembran und einer secundär aufgelagerten (porösen) Belegmasse, Eikapsel, zusammengesetzt ist, daher vielleicht auch mit dem Fischei oder dem Insectenei die Mikropyle gemein hat. Möglich, dass MEISSNER in jenem einen oben erörterten Falle eine wahre Mikropyle beim Kaninchen vor sich gehabt hat, möglich, dass auch BARRY wirklich solche gesehen hat. Weniger wahrscheinlich ist, dass die Mikropylenbildung ein temporärer Vorgang ist, das Ei durch irgend welche Mittel (Resorption) dem Saamen während der Befruchtung sich öffnet und dann die Oeffnung wieder schliesst. Wo eine Mikropyle wirklich vorhanden ist, sehen wir die Benutzung derselben durch die Saamenfäden auf verschiedene Weise gesichert: entweder das Ei wird allseitig von solchen Massen Saamenfäden umgeben, dass der Eintritt einzelner in das Innere ein unvermeidlicher Zufall ist, oder die Saamenfäden werden auf irgend eine Weise zu der Mikropyle dirigirt. Ersteres ist bei den Fischen der Fall, bei welchen die Menge der umgebenden Spermatozoen daher die Auffindung derselben im Innern des unversehrten oder geplatzten Eies sehr misslich macht; letzteres ist bei den Insecten der Fall. Es wird bei diesen, wie schon erwähnt, der Saamen bei der Begattung in das als Reservoir dienende Anhangssäckchen des Eileiters, das *receptaculum seminis*, aufgenommen, an dessen Mündung die Eichen bei ihrer spontanen Lösung vorbeipassiren müssen; der Mikropylenapparat liegt an dem

vorderen oder oberen Pole des länglichen Eies. Wahrscheinlich erfolgt nun die Eröffnung des Saamentäschchens auf reflectorischem Wege in dem Moment, wo dieser Pol seiner Mündung vis-à-vis angelangt, oder eben an ihr vorüber ist, so dass das entleerte Saamentröpfchen unmittelbar und ausschliesslich auf diesen Pol abgesetzt, durch die hinter dem Ei sich schliessenden Eileiterwände vielleicht gegen dessen Mikropyle gedrängt wird. Bei denjenigen Thieren, deren Saamenfäden unbeweglich sind, kann der Eintritt derselben kein activer sein, sie müssen durch irgend welche bewegendenden Kräfte *a tergo* entweder in vorhandene Mikropylen geleitet, oder in die nackte Dottermasse eingedrückt, oder vielleicht auch durch eine Dottermembran hindurchgepresst werden. Es liegen zum thatsächlichen Beweis dieser Voraussetzungen noch nicht ausreichende Beobachtungen vor; gerade einer der zur Entscheidung am besten geeigneten Fälle, der Befruchtungsvorgang bei *Ascaris*, ist, wie an mehreren Orten schon erläutert wurde, in den wesentlichsten Punkten noch streitig. Es ist zwar unseres Erachtens kein Zweifel, dass die zuerst von NELSON beschriebenen, von MEISSNER genauer untersuchten, bewegungslosen glänzenden Cylinderchen, welche im weiblichen Eiweiss Schlauch sich finden, die wahren Saamenkörperchen sind, aber es ist zweifelhaft (s. Anm. 14), ob die Eier die MEISSNER'schen Mikropylen wirklich besitzen und nur in diese die Saamenkörperchen eindringen, oder ob, wie NELSON behauptete, die fraglichen Elemente von allen Seiten dem nackten Dotter eingedrückt werden.

Ueber die Zahl der Saamenfäden, welche factisch eindringen und eindringen müssen, um die Befruchtung in gehöriger Weise hervorzubringen, lässt sich ebenfalls noch nichts Gewisses aussagen. Es scheint dies bei verschiedenen Thieren verschieden zu sein, überall aber eine kleine Anzahl, vielleicht selbst ein einziger Saamenfaden zu genügen. Bei Säugethieren bieten die spärlichen bis jetzt gemachten Beobachtungen keine Bürgschaft, ob alle im Innern eines Dotters befindlichen Fäden aufgefunden worden sind, MEISSNER fand übrigens nicht wenige derselben, je 10 durchschnittlich in einem Ei; beim Frosch ist die Unsicherheit noch grösser, weil hier überhaupt nur an einer beschränkten Stelle ein eingedrungener Saamenfaden wahrgenommen werden kann. Bei den Insecten enthält der häufig am Mikropylenapparat gefundene Saamenpfropfen zahlreiche Saamenfäden, wie viele aber in's Innere dringen, ist zweifelhaft, auch durch SIEBOLD's Beobachtungen an befruchteten Bieneneiern, in denen er immer nur 2—3 Fäden fand, nicht sicher entschieden. Dass bei den Insecten und insbesondere den Bienen die Zahl der Eindringlinge nicht beträchtlich sein kann, lehrt eine Wahrscheinlichkeitsrechnung: der bei der einmaligen Begattung in das Receptaculum aufgenommene Saamenvorrath reicht auf 4—5 Jahre, trotz des in jedem Jahre für Tausende von (weiblichen) Eiern erforderlichen Consums. Es wäre von diesem Gesichtspunkte aus interessant, die Zahl der Saamenfäden im Receptaculum einer Königin unmittelbar nach der Begattung annähernd zu bestimmen und mit der genauer bestimmbaren Zahl der von diesen Individuen im Lauf der Zeit gelieferten weiblichen Eier zu vergleichen. Erwähnenswerth

ist noch, dass unter den Pflanzen bei *Oedogonium* offenbar ein einziger Saamenkörper zur Befruchtung genügt.

Die wichtigste weitere Frage ist ohnstreitig die: was wird aus den in das Ei eingedrungenen Saamenfäden? Leider ist auch diese durchaus noch nicht exact beantwortbar, nur bei sehr wenigen Thieren sind Andeutungen der Schicksale dieser *corpora delicti* beobachtet worden; an Erdichtungen hat es auch hierüber in älterer Zeit nicht gefehlt. So viel steht fest, dass die eingedrungenen Saamenfäden früher oder später sich auflösen, ohne dass irgend ein bestimmtes, vor den übrigen Dotterelementen hervortretendes Gebilde aus ihnen entstände; die Auflösung geht vielleicht unter gleichzeitiger chemischer Metamorphose vor sich. NELSON beschrieb bei *Ascaris mystax* eine der Auflösung vorangehende Umwandlung der in die Eier eingedrängten kegelförmigen Spermatozoiden zu unregelmässigen durchsichtigen Massen, welche dem Dotter ein geflecktes Ansehen geben. BISCHOFF bestreitet das Eindringen jener Kegelchen, daher auch ihre angebliche Umwandlung, und erklärt das zuweilen sich zeigende fleckige Ansehen als eine durch Wasser bewirkte ungleiche Vertheilung der Dotterkörnchen in der durchsichtigen Bindemasse („Sarkode“). MEISSNER dagegen hat, wie erwähnt, NELSON'S Beobachtungen in den Hauptpunkten bestätigt, und besonders auch die Metamorphosen der Spermatozoen im Ei genauer verfolgt, die Ergebnisse seiner Untersuchungen am Ei der Ascariden und des Regenwurms glaubt er dahin zusammenfassen zu müssen, dass die (regressive) Metamorphose der Saamenkörperchen im Dotter in einer allmäligen Verwandlung in Fett bestehe, und vollkommen identisch mit der Veränderung sei, welche die nicht eingedrungenen Saamenkörperchen bei ihrer Rückbildung erleiden. Er beschreibt den Vorgang bei den Ascariden folgendermaassen: Die Contouren des glockenförmigen Theils des Saamenkörperchens werden schärfer, dunkler, es wird dieser Theil glänzender, stärker lichtbrechend, während er sich gleichzeitig mehr und mehr abrundet, und der flockige Anhang, ohne in diese Umwandlung einzugehen, verschwindet; so werden die Körperchen Anfangs in längliche glänzende Stäbchen verwandelt, welche sich allmähig abrunden, und endlich in grössere oder kleinere in Aether lösliche sphärische Tröpfchen zerfallen. Aehnlich verhält sich die Sache bei dem Regenwurm, MEISSNER vergleicht hier die Abrundung der fadenförmigen Spermatozoen zu länglichen Fetttropfen mit dem Schmelzen eines eckigen Metallstückchens. Das ist fast Alles, was wir von directen Beobachtungen über die Schicksale der Befruchtungselemente haben, und das ist genau betrachtet sehr wenig. Bei den Säugethieren und Insecten ist noch gar nichts darüber ermittelt; von Interesse ist in Bezug auf die letzteren nur der Umstand, dass v. SIEBOLD im Innern der Bieneneier zuweilen noch bewegliche Saamenfäden antraf. Bei *Oedogonium* ist von PRINGSHEIM die Auflösung der eingedrungenen Schwärmsporen direct verfolgt worden. Einen besonderen Werth legt MEISSNER mit Recht auf die Thatsache, dass die Veränderungen der Saamenelemente im Dotter ganz dieselben sind, wie ausserhalb, dass sie deshalb lediglich den Schlussact der ge-

wöhnlichen Reihe von Entwicklungsphasen darstellen, welcher, ausschliesslich durch die Constitution des Saamenkörperchens selbst bedingt, in gleicher Weise eintritt und abläuft, mag dasselbe seine Bestimmung erreicht oder verfehlt haben; es ist also nicht der Dotter, welcher eine specifische Einwirkung auf das Saamenkörperchen ausübt, es ist nicht die Befruchtungsveränderung eine specifische. Freilich ist zu wünschen, dass diese zunächst nur für die Ascariden constatirte Thatsache auch anderwärts erwiesen werde, indessen lässt sich diese Bestätigung mit hoher Wahrscheinlichkeit voraussehen. Auch in Bezug auf den Modus der Metamorphose sind noch weitere Untersuchungen nöthig; denn erstens dürfen wir uns nicht verhehlen, dass ein sicherer Beweis für die Fettnatur der metamorphosirten Saamenkörper von MEISSNER nicht geliefert ist, da das glänzende Ansehen und die beiläufig erwähnte Löslichkeit in Aether nicht genügend sind, zweitens müssen wir hoffen, künftig etwas Genaueres über die Natur dieser Fette zu erfahren. Bestätigt sich MEISSNER's Behauptung, so ist dem Befruchtungsvorgang auf's Neue ein Theil seines früheren Nimbus benommen; denn es scheint *a priori* nicht recht mit der eigenthümlichen Rolle der Saamenfäden zu stimmen, dass sie am Ort ihrer geheimnissvollen Thätigkeit ein so gemeines Schicksal erfahren, dieselbe Umwandlung, welche die pathologische Anatomie uns als regelmässige Untergangsform bei fast allen unthätig und unbrauchbar gewordenen an Eiweisskörpern reichen Gewebselementen kennen lehrt. Der gelähmte atrophirende Muskel, wie die vom Centrum getrennte untergehende Nervenröhre, durchlaufen bei ihrer regressiven Metamorphose das Stadium der sogenannten fettigen Degeneration, bevor sie gänzlich verschwinden. Doch wäre es voreilig, hieraus zu schliessen, dass der Eintritt der Fettmetamorphose auch bei den Saamenfäden das Ende ihrer physiologischen Thätigkeit bezeichne, und nur ein Mittel zu ihrer Beseitigung darstelle.

So weit die Thatsachen; ein mit unendlichem Fleiss zu Tage gefördertes und doch viel zu dürftiges Material, um daraus eine vollendete exacte Theorie des Befruchtungsprocesses zu bauen. Alles, was bis jetzt ermittelt wurde, sind doch nur Bedingungen der Befruchtung, vergebens suchen wir nach Thatsachen, aus welchen wir eine Antwort auf die letzte Kernfrage nach dem Wesen der Befruchtung ableiten könnten. Die Erörterung dieser Frage könnte mit dem einfachsten Bekenntniss abgemacht werden, dass wir die Art der Einwirkung der in den Dotter gedrunghenen Saamenelemente, durch welche sie diesen zur Entwicklung anregen und befähigen, durchaus noch nicht kennen, nicht einmal eine haltbare Vermuthung darüber aufstellen können. Allein da man doch Erklärungen zu geben versucht hat, können wir uns eine Kritik derselben nicht ersparen. In älterer Zeit, wo man das Eindringen der Saamenfäden behauptete, ohne es beobachtet zu haben, war man ebenso freigebig mit hypothetischen Interpretationen ihrer Function im Dotter, indem man meistens sie in irgend ein bestimmtes Formgebilde, welches aus dem befruchteten Dotter hervorgeht, sich umwandeln liess, sei es in den Embryo selbst, sei es in

die Grundlage seiner Wirbelsäule, die *chorda dorsalis*, sei es in die Kerne der Furchungskugeln. Wenn sich nun auch die Ahnungen unserer Vorgänger in Bezug auf das Factum des Eindringens selbst bewahrheitet haben, so ist dies doch keineswegs mit irgend einer jener weiteren Hypothesen der Fall. So weit bis jetzt die Beobachtungen reichen, lehren sie mit Bestimmtheit, dass der eingedrungene Saamenfaden sich spurlos auflöst, und geben uns dadurch die Ueberzeugung, dass das Wesen der Befruchtung auf dem am meisten versprechenden Wege der mikroskopischen Untersuchung nicht eruiert werden könne. Ebenso ungünstig für die Bestrebungen, dieses Räthsel zu lösen, ist die Thatsache, dass sich der Eintritt der befruchtenden Wirkung durch keine charakteristische Erscheinung im Dotter, durch keine bestimmte Phase der Entwicklungsvorgänge kund giebt. Wie wir schon früher erwähnt haben, verlaufen die ersten Umwandlungen in ganz gleicher Weise im befruchteten und nicht befruchteten Ei, der Unterschied ist nur der, dass ihr Fortgang in letzterem früher oder später in's Stocken kommt, aber auch nicht an einer bestimmten, überall gleichen Gränze, nicht in einer bestimmten Phase, deren genauere Analyse uns einen Anhaltspunkt zur Erklärung der Saamenwirkung zu geben verspräche. Das Niederschlagendste für unsere Hoffnungen ist entschieden der Nachweis der Parthenogenesis; wenn dieselbe auch nur eine seltene Ausnahme ist, so ist schon die Möglichkeit, dass in einzelnen Fällen das Ei ohne Zuthun des Saamens seine Umwandlungen bis zu Ende durchführt, ein Zeichen, dass die Einwirkung des Saamens wohl überhaupt keine tiefeingreifende ist, keine plötzliche auffällige Veränderung hervorbringt. Zu dieser Ueberzeugung muss eigentlich schon die Betrachtung des Generationswechsels führen, wenn wir z. B. sehen, dass bei den Aphidenammen ein mit dem Ei zwar nicht identisches, aber doch ihm sehr nahe stehendes Gebilde, der sogenannte Keimkörper, ohne Zutritt eines zweiten Geschlechtsstoffes zu einem vollkommen neuen Organismus sich umbildet. Der Reigen der Entwicklungsvorgänge des Dotters wird mit der sogenannten Furchung eröffnet; dieser ist es, in dessen Verlauf bei der Mehrzahl der Thiere der Stillstand im unbefruchteten Ei eintritt. Man könnte daher glauben, dass die groben Erscheinungen dieses Vorganges zwar identisch im befruchteten und unbefruchteten Ei, allein doch ein innerer nicht in die Augen springender Unterschied von Anfang an vorhanden sei, dass vielleicht wenigstens die Energie desselben eine ganz andere sei, wenn sich die Substanz der (in Fett verwandelten) aufgelösten Saamenfäden der Dottermasse beigemengt habe. In dieser Weise spricht sich z. B. MEISSNER nach seinen Beobachtungen an *Ascaris* aus, indem er die der Furchung vorausgehenden, durch die Auflösung der ursprünglich groben Fettkörnchen des Dotters sich manifestirenden Umwandlungen des Dotters als Effect der chemischen Umsetzung der eingedrungenen Saamenkörperchen betrachtet. Allein wenn auch MEISSNER das *post hoc* in diesem Falle dargethan, so fehlt doch jeder Beweis für das *propter hoc*, auf welchen Alles ankommt. Ob dieser überhaupt zu führen möglich ist, muss schon dadurch sehr zweifelhaft werden, dass nach MEISSNER's eigenen Beob-

achtungen und ebenso nach denen von BISCHOFF im Säugethierei die Saamenfäden noch unversehrt sich vorfinden, wenn die Furchung schon ziemlich oder vollständig ihr Ende erreicht hat. Kurz, es fehlt jeder, auch der kleinste thatsächliche Anhalt zur Erklärung des Wesens der Befruchtung. Nichts destoweniger giebt es eine Theorie der Befruchtung, welche von vielen Seiten mit Beifall aufgenommen und als Lösung des Räthsels betrachtet worden ist, es ist dies BISCHOFF's Contacttheorie.¹⁹ R. WAGNER und ich²⁰ haben früher mit Bestimmtheit gegen ihre Berechtigung zu dem Namen einer Erklärung protestirt, und uns bemüht, einerseits die Unsicherheit, oder besser den gänzlichen Mangel ihrer Grundlagen aufzudecken, andererseits nachzuweisen, dass sie im Grunde nichts Anderes ist, als die Umschreibung eines Räthsels mit einem neuen Räthsel. Meine Ueberzeugung ist noch heute dieselbe, während in gleicher Weise BISCHOFF wiederholt seine Theorie aufrecht zu erhalten und gegen die von verschiedenen Seiten erfahrenen Anfechtungen zu schützen gesucht hat.

Es giebt bekanntlich eine Reihe chemischer Vorgänge, welche, so verschieden sie an sich sind, doch das gemein haben, dass eine in chemischer Umsetzung begriffene Substanz bei Berührung mit einer anderen auch in dieser eine chemische Umsetzung hervorbringt, ohne dass die Einwirkung der ersten auf die zweite sich als Aeusserung der bekannten Affinitätsgesetze nachweisen lässt. Man hat diese Erscheinungen unter dem Namen der „Contactwirkungen“ zusammengefasst, und der unbekannten Kraft, durch welche die primär in Umsetzung begriffene Substanz bei ihrer Berührung mit gewissen anderen Substanzen diese secundär ebenfalls zur Umsetzung disponirt, den Titel „katalytische Kraft“ gegeben. LIEBIG ist es vor Allen gewesen, welcher diese Theorie ausgebildet, die betreffenden Erscheinungen aufgesucht und ihr untergeordnet hat. So sind namentlich die Gährungsprocesse als Contactwirkungen erklärt worden; der die Gährung hervorrufende sogenannte Fermentkörper ist eine in Zersetzung, d. h. in eigenthümlicher innerer Molecularbewegung begriffene Substanz, welche das Vermögen besitzt, einem andern noch ruhenden, aber in grösster Spannung zu einer ähnlichen Bewegung befindlichen Körper ihre Bewegung mitzutheilen, ihn in ihre Bewegung mithineinzureissen. Als Gährungsprocesse betrachtet man auch die Mehrzahl der chemischen Verdauungsvorgänge, die Umwandlung der Albuminate in Peptone, des Stärkmehls in Zucker, des Zuckers in Säuren, als Fermentkörper das „Pepsin“ des Magensaftes, das „Ptyalin“ des Speichels, die Eiweisskörper des Pankreas- und Darmsaftes, räumt daher den sogenannten Contactwirkungen einen ausgebreiteten Boden im thierischen Organismus ein; ja BISCHOFF ist geneigt, „die Wunder der Ernährung,“ überhaupt die specifischen Bildungen von Gewebselementen und Umsetzungsproducten in jedem bestimmten Organ aus solchen Contactwirkungen, aus der in jedem Organ specifischen Form der inneren Bewegung der Materie zu erklären. Es ist hier begreiflicherweise nicht der Ort zu einer Discussion über die Contactlehre im Allgemeinen; nur so viel, dass ich, weit entfernt, das hohe Verdienst

zu verkennen, welches sich LIEBIG durch seine geistreiche Theorie erworben, doch insofern BISCHOFF's Begeisterung nicht theile, als ich nur eine treffliche hypothetische Anschauungsform einer grossen Anzahl dunkler Vorgänge, nicht aber eine exacte wissenschaftliche Erklärung derselben in dieser Theorie erblicken kann, so lange Natur, Form und Ursachen der hypothetischen inneren Bewegungen und die Gesetze, nach welchen sie sich anderen Materien so mittheilen, dass daraus bestimmte Spaltungen und Umlagerungen der Atome resultiren, gänzlich dunkel sind. Die Umlagerung der Atome, welche die Eiweisskörper bei Berührung mit dem Pepsin und der freien Säure des Magensaftes erleiden, ist ein Vorgang, welcher sich nicht als Wirkung chemischer Verwandtschaften erklären lässt; man rechnet ihn zu den Gährungserscheinungen, weil er die wesentlichsten Analogien mit denselben zeigt, besonders durch die That- sache, dass unendlich kleine Mengen des Fermentkörpers enorme Massen von Albuminaten in Peptone umsetzen können, allein eine Erklärung ist durch diese Einreihung in eine gewisse Classe von Vorgängen nicht gegeben, so lange wir von letzteren nur gewisse allgemeine Merkmale, aber nicht das Wesen kennen. Nehmen wir an, dass das Wesen derselben in einer Mittheilung einer inneren Bewegung bestehe, so ist diese Annahme dadurch gerechtfertigt, dass weder die Umsetzung des Gährungserregers, noch die Bildung der Gährungsproducte ohne Bewegung der hypothetischen Atome denkbar ist. Sicher aber enthält diese Annahme ebensowenig eine Erklärung, als für den Physiker die einfache Annahme, dass das Licht in einer Bewegung bestehe, wenn Form, Geschwindigkeit und Fortpflanzungsgesetze dieser Bewegung nicht mit mathematischer Schärfe eruirt wären. Sehen wir nun, wie BISCHOFF die befruchtende Einwirkung des Saamens auf das Ei als Contactwirkung interpretirt. Der Saame ist nach ihm eine in fortwährender innerer Molecularbewegung begriffene Substanz, der Effect und Ausdruck dieser unsichtbaren Bewegung ist die grobe sichtbare Bewegung seiner Formelemente. Andererseits besitzt die Dottersubstanz des Eies eine beträchtliche Spannung zu Molecularbewegungen, die Spannung ist im reifen Dotter so gross, dass die Bewegungen auch spontan eintreten; der Effect dieser Bewegungen ist die fortschreitende Theilung des Dotters, der Furchungsprocess. Die Energie dieser spontanen Bewegungen ist aber gering; damit sie sich regelrecht bis zur vollständigen Embryonalentwicklung fortsetzen, muss ihnen eine höhere Intensität und eine bestimmte Richtung gegeben werden; das ist die Aufgabe des Saamens. Er überträgt seine an den Saamenfäden haftende Molecularbewegung durch Contact auf die Moleküle des Dotters; früher, wo man die Saamenfäden nur bis auf das Ei verfolgt hatte, musste sich BISCHOFF entschliessen, eine Contactwirkung *par distance* anzunehmen, die Uebertragung der Bewegung durch die dicke indifferente Eihaut hindurch geschehen zu lassen; jetzt, wo die unmittelbare Berührung der Saamenfäden mit dem Dotter erwiesen ist, fällt jedes Hinderniss für die Mittheilung der Bewegung und ein gewichtiger (von ihm selbst freilich als „kurzsichtig“ bezeichneter) Einwand gegen BISCHOFF's Theorie hinweg. Es ist mir unbegreiflich, wie BISCHOFF, dessen

classische embryologische Arbeiten ihren hohen Werth vor Allem der Exactheit und Breite der thatsächlichen Unterlagen verdanken, bei einer solchen Theorie irgend eine Beruhigung fassen konnte, mit ihr eine Einsicht in das Wesen der Befruchtung gewonnen zu haben glaubt. Wenn Jemand heutzutage wagen wollte, die Muskelcontraction als eine Contacterscheinung zu „erklären“, so würde er sicher einer erbarmungslosen Kritik anheimfallen, und doch hätte er dasselbe Recht, wie BISCHOFF bei der Befruchtungstheorie, könnte genau dieselben, vielleicht noch bessere Gründe vorbringen, in dem erregten Nerven eine innere Molecularbewegung sogar nachweisen, in der Muskelfaser eine grosse Spannung zur Molecularbewegung, ihre Contraction als Effect dieser Bewegung annehmen, die negative Stromschwankung des thätigen Muskels, welche genau dieselbe, wie im thätigen Nerven ist, als Beweis für die geschehene Mittheilung der inneren Bewegung ausgeben. Es ist nicht schwer, darzuthun, was BISCHOFF's Theorie unerklärt lässt, noch leichter, was sie selbst Unerklärtes und Unerklärliches enthält. Das Resultat der oben erörterten Untersuchungen über die Saamenfädenbewegung war, dass ihre Natur und Ursachen noch unbekannt sind, ihre Bezeichnung als vital in KOELLIKER's Sinne nichts weniger als eine Erklärung ist. BISCHOFF nennt die Bewegungen der Saamenfäden die Symptome einer Umsetzung der Moleküle ihrer Substanz, eine Erklärung, die mit anderen Worten dasselbe sagt, wie die KOELLIKER'sche Hypothese, daher auch denselben Werth hat. Geben wir auch zu, dass die Saamenfädenbewegung nicht durch äussere Agentien hervorgebracht wird, sondern einer von der Saamenfädensubstanz selbst ausgehenden Kraftentwicklung ihre Entstehung verdankt, geben wir damit zu, dass jeder Saamenfaden die Stätte einer continuirlichen Molecularbewegung ist, selbst da, wo die sichtbare Bewegung als Merkmal gar nicht vorhanden ist, so ist damit eben nur ein altes Räthsel durch ein neues ersetzt, und wenn man dieser hypothetischen, ihrer Natur nach ganz unbekannten Molecularbewegung eine Mittheilungsfähigkeit an die Dottermolekelmassen zuschreibt, so ist dies nicht viel besser, als wenn man dem menschlichen Körper eine innere Molecularbewegung zuschreibt, welche beim Tischrücken dem Holz sich mittheilt. Was den Dotter betrifft, so ist gewiss unläugbar, dass bei seiner Furchung und Embryonalbildung, wie bei jedem organischen Bildungsprocess, Molecularbewegung stattfindet, und wenn wir sehen, dass der Dotter sich spontan furchen, ja hier und da spontan sich zum vollendeten neuen Individuum umwandeln kann, so können wir auch die Befähigung des Dotters zu diesen Veränderungen immerhin als eine Spannung zu den damit verbundenen Molecularbewegungen bezeichnen, wenn wir offen hinzusetzen, dass uns Natur, Gesetze und Ursachen dieser Molecularbewegung noch ein undurchdringliches Geheimniss sind. Damit aber, dass in Dotter und Saamen Molecularbewegungen stattfinden, ist noch kein Causalitätsverhältniss beider von BISCHOFF erwiesen, nicht dargethan, dass der Saamen durch Mittheilung seiner Bewegungen befruchtet; hierfür hat BISCHOFF nicht einmal einen Wahrscheinlichkeitsgrund beibringen können. Setzen wir die

Frage, ob die Contacttheorie als Erklärung gelten könne, ganz bei Seite, so müsste doch wenigstens die Analogie der Befruchtung mit den Contactwirkungen erwiesen werden. Es lassen sich aber leichter wichtige Differenzen als Analogien zwischen beiden auffinden. Betrachten wir irgend eine in diese Classe gehörige Gährungserscheinung, so finden wir ausnahmslos, dass die als secundäre Molecularbewegung gedeutete Umsetzung nur durch den Contact mit dem Fermentkörper hervorgerufen wird, niemals spontan eintritt, im Dotter dagegen ist der spontane Eintritt Gesetz und BISCHOFF's Annahme, dass der Contact des Saamens hier nur die Intensität und Richtung der Bewegung bestimme, wird durch die erwiesene Möglichkeit der Parthenogenesis entkräftet. Wo findet sich denn die Spur eines objectiven Beweises, dass Energie und Richtung der Dotterbewegung durch den Saamen geändert wird, da der Eintritt der Befruchtung nicht durch irgend eine Erscheinung sich kund giebt? Es versteht sich von selbst, dass im befruchteten Dotter irgend etwas anders sein muss, als im unbefruchteten, was aber, lässt sich nicht sagen. Bei den Gährungsprocessen nimmt man Contactwirkung an, weil sich kein chemischer Wechselverkehr zwischen dem Substrat und dem Erreger nachweisen lässt, und ein solcher durch das Missverhältniss der Mengen des letzteren und der Gährungsproducte unwahrscheinlich ist. Bei der Befruchtung ist ein analoger Grund nicht vorhanden; es ist zwar ebenfalls eine chemische Einwirkung des Saamens nicht erwiesen, aber auch nicht unwahrscheinlich, da die Auflösung der Saamenfäden unter chemischer Umwandlung im Dotter beobachtet worden ist. Nichts spricht gegen die Möglichkeit, dass es die Zumischung der chemischen Stoffe der Saamenfäden ist, welche dem Dotter die nöthige chemische Zusammensetzung verschafft. Es liessen sich die Einwände gegen die Contacttheorie noch häufen, wir glauben aber bereits hinreichend gezeigt zu haben, dass weder von BISCHOFF die Analogie des Befruchtungsvorganges mit den bisher als Contactwirkungen aufgefassten Processen erwiesen ist, noch, wenn dies auch der Fall wäre, damit eine befriedigende Erklärung des Wesens der Befruchtung gegeben wäre.^{2 4}

Eine besser gestützte Theorie der Befruchtung lässt sich nicht mit Bestimmtheit an die Stelle der eben zurückgewiesenen setzen. Ich habe mich früher bemüht, die vor der Contacttheorie allgemein und auch von BISCHOFF angenommene chemische Einwirkung des Saamens als Wesen der Befruchtung zu vertheidigen. Da aber unmöglich ist, zu zeigen, von welcher Art die chemische Einwirkung des Saamens auf den Dotter, und auf welche Weise die durch ersteren bedingte Veränderung der Mischung des letzteren die Embryonalbildung bedingt, so ist es werthlos, die subjectiven Wahrscheinlichkeitsgründe anzuführen, besser, offen zu bekennen, dass das Wesen der Befruchtung noch ein dunkles Geheimniss ist. Ausserdem ist nicht zu verkennen, dass die späte Auflösung der Saamenfäden im Ei und der Umstand, dass diese Auflösung durch eine Fettmetamorphose, dieselbe, welche die Saamenfäden ausserhalb des Eies bei ihrem Untergang erleiden, eingeleitet wird (wenn diese

Angabe sich allgemein bestätigt), gegen die Annahme sprechen, dass die befruchtende Einwirkung auf der Beimischung chemischer Elemente der Saamenfäden zur Dottersubstanz beruhe.

Schliesslich nur noch eine kurze Besprechung einiger speciell die Befruchtung bei Menschen und Säugethieren betreffender Verhältnisse. In früherer Zeit ist viel gestritten worden, wo Saamen und Ei sich begegnen; jetzt ist festgestellt, dass die Befruchtung in der Regel auf dem Eierstock selbst im Moment, in welchem das Eichen seinen Follikel verlässt, stattfindet, indessen auch in den Ovarialanfängen der Tuben stattfinden kann. Schon längst hätten die zu Zeiten vorkommenden Fälle von Eierstocks- oder Bauchhöhlenschwangerschaft als Beweis gelten müssen, dass der Saamen wenigstens ausnahmsweise bis zu den Ovarien vordringe, allein erst 1838 ist durch BISCHOFF direct bewiesen worden, dass der Saamen in der Regel bis zu den Eierstöcken dem Ei entgegengeführt wird. Während Anfangs schon die Auffindung von Saamenfäden im Uterus nach einer Begattung als wichtige Entdeckung begrüsst, und demzufolge allgemein der Uterus als Ort der Befruchtung angesehen wurde, bestand der nächste Fortschritt in der von PREVOST und DUMAS durch zahlreiche Beobachtungen constatirten Thatsache, dass die Spermatozoen regelmässig in die Tuben eindringen, und dem daraus gezogenen Schluss, dass die Begegnung von Saamen und Ei regelmässig im Eileiter stattfinde. BISCHOFF fand zuerst bei einer Hündin 20 Stunden nach der Begattung zahlreiche sich lebhaft bewegende Saamenfäden an den Fimbrien der Tubamündung und auf dem Eierstock selbst; an welchem mehrere Follikel stark angeschwollen, aber noch keiner geplatzt war; später hat BISCHOFF diese Beobachtung häufig auch bei anderen Säugethieren wiederholt, und andere Forscher: R. WAGNER, BARRY sie bestätigt. Der Grund, warum PREVOST und DUMAS niemals Saamenfäden auf den Ovarien fanden, liegt, wie BISCHOFF zur Evidenz erwiesen, einfach in dem Umstande, dass sie zu früh nach der Begattung, bevor der Saamen Zeit gehabt hatte, bis zu den Eierstöcken vorzudringen, untersucht hatten, oder auch zu spät, nachdem die Follikel bereits geplatzt waren, und ihr austretender Inhalt den Saamen wieder von der Eierstockoberfläche entfernt hatte. Diesen positiven Beobachtungen BISCHOFF's gegenüber sind die auf negative Gründe gestützten Behauptungen Anderer werthlos; so namentlich POUCHET's^{2 2} als Gesetz ausgesprochene Meinung, „dass der Saamen durch physiologische und physikalische Hindernisse abgehalten sei, bis zum Eierstock zu dringen, die Befruchtung regelmässig im Uterus, höchstens in den nächsten Eileiterabschnitten stattfinde.“ Dass eine Befruchtung im Eileiter nicht unmöglich, sondern dann eintreten wird, wenn das Ei gelöst wird, ehe der Saamen bis zu dem Ovarium gedrungen ist, versteht sich von selbst, vorausgesetzt, dass das Ei sich nicht unmittelbar nach seinem Eintritt in den Eileiter mit solchen accessorischen Hüllen umgiebt, welche für den Saamen impermeabel sind. Ob jemals im Uterus Befruchtung stattfindet, ist sehr zweifelhaft, man könnte nur in solchen Fällen daran denken, in welchen abnormer Weise der Saamen nicht in die Tuben befördert

wurde, das Eichen aber dieselben rasch und ohne sich durch Umhüllungen abzusperren durchläuft.

Eine Frage, welche bis auf die neueste Zeit der Gegenstand lebhafter Discussion war, ist die, ob beim Menschen die zur Entwicklung gelangenden, in Folge einer Begattung befruchteten Eichen spontan durch die Menstruation gelöst sind, oder ob die Begattung selbst, unabhängig von der Menstruation, die Lösung eines oder mehrerer Eichen herbeiführe. Dass man in früherer Zeit, bevor das Wesen der Menstruation erkannt, d. h. die periodische spontane Eilösung auch beim Menschen erwiesen war, einhellig sich dafür entschied, dass beim Menschen überhaupt nur durch die Begattung ein Ei zum Austritt aus seiner Bildungsstätte gebracht werde, kann uns weniger Wunder nehmen, als dass man auch jetzt noch, wo die Identität von Menstruation und Brunst so klar bewiesen ist, zweifeln kann, welche der beiden Annahmen die richtige. Nachdem für die ganze Thierreihe dargethan war, dass die weibliche Brunst lediglich bestimmt ist, die Eier zum Zweck der Befruchtung zu lösen, gleichviel, ob ihnen der Saamen durch eine Begattung innerhalb des weiblichen Organismus, oder in dem äusseren Medium zugeführt wird, nachdem für die zahllosen Fälle äusserer Befruchtung sich von selbst ergab, dass die zu befruchtenden Eichen völlig selbständig sich lösen, aber auch bei innerer Befruchtung in vielen Fällen die Unabhängigkeit der Eilösung von der Begattung ganz evident war, z. B. bei Insecten, bei welchen der in die Receptacula durch den Coitus eingeführte Saamen oft lange Zeit auf die von oben herabrückenden Eichen warten muss, nachdem selbst für die Säugethiere das zeitliche Zusammenfallen männlicher und weiblicher Brunst, mithin auch der Begattung und der spontanen Eilösung diese Unabhängigkeit ausser Zweifel gesetzt hatte, musste schon der Analogie wegen das gleiche Verhalten auch für den Menschen mit voller Bestimmtheit erschlossen werden, so lange kein unzweideutiger directer Gegenbeweis vorlag. Die Annahme, dass beim Menschen, trotz der regelmässigen in bestimmten Perioden sich wiederholenden spontanen Eilösung, das Ei, welches zu seiner physiologischen Bestimmung mit Hülfe des Saamens gelangt, seine Lösung irgend einem Einfluss der Begattung verdanke, musste ungereimt erscheinen, da mit ihr die spontane Eilösung zu einem zwecklosen Luxus gestempelt wurde. BISCHOFF²³, welcher durch seine trefflichen Beobachtungen zuerst das Wesen der Menstruation aufgeklärt hat, zog daher auch selbst den mit logischer Nothwendigkeit sich ergebenden Schluss, dass auch beim Menschen die befruchteten Eichen ausnahmslos spontan gelöst seien. Man hat freilich Gegenbeweise zu finden gemeint, allein bei näherer Betrachtung erscheinen dieselben als durchaus nicht stichhaltig. Man glaubte, dass mit BISCHOFF's Annahme die sicher constatirte Thatsache nicht vereinbar sei, dass das menschliche Weib nicht blos zur Zeit der Brunst, sondern zu jeder Zeit, auch in der Mitte des freien Menstruationsintervalls fruchtbar begattet werden kann; das Eichen, welches in letzterem Falle befruchtet wird, meinte man, könne weder das durch die vorhergegangene

Menstruation gelöst, noch das durch die folgende Menstruation zu lösende sein, da das früher gelöste nach 14 Tagen bereits zu Grunde gegangen sein müsse, das nächstfolgende aber keinen befruchtungsfähigen Saamen mehr vorfinde. Einen plausibeln Grund für dieses Vorurtheil hat Niemand beibringen können.²⁴ Wie lange ein gelöstes Eichen beim Menschen sich befruchtungsfähig in den Tuben oder im Uterus erhält, wissen wir gar nicht, da überhaupt noch nie an diesen Orten ein unentwickeltes Eichen hat aufgefunden werden können; man darf daher ebenso wenig behaupten, dass ein solches Eichen nur unmittelbar nach seiner durch die Blutung angezeigten Lösung befruchtet werden könne, als einen Termin von 14 Tagen oder noch länger setzen. Dass aber der Saamen in den Eileitern und den Ovarien sich lange Zeit befruchtungskräftig erhält, ist unzweifelhaft nicht durch directe Beobachtungen an Menschen, wohl aber durch das, was wir über die grosse Tenacität des Saamens bei Thieren wissen. Wir wollen gar nicht so fern liegende Beispiele, wie von den Bienen, deren Saamen sich viele Jahre in den weiblichen Receptaculis befruchtungskräftig erhält, herbeiziehen, sondern berufen uns auf BISCHOFF'S Beobachtungen an Säugethieren, welcher lange Zeit nach erfolgter Begattung immer noch bewegliche Saamenfäden auf den Eiern fand. Es ist vollkommen wahrscheinlich, dass in allen den zusammengetragenen Fällen, in denen fruchtbare Begattung in der Mitte zwischen zwei Menstruationen stattgefunden hat, der eingeführte Saamen bis zum Ovarium gedrungen ist und hier das Eichen, welches die folgende Brunst löste, erwartet hat. Wenn nach einer solchen Begattung keine menstruale Blutung mehr eingetreten ist, so darf man nicht, wie dies vielfach geschieht, meinen, dass auch die menstruale Eilösung ausgeblieben ist; die Eilösung kann ohne Blutung erfolgen, die Blutung bleibt aus, da die bevorstehende Eientwicklung die von der Blutcongestion bewirkten vorbereitenden Veränderungen des Uterus unentbehrlich macht. Es ist daher gänzlich falsch, wenn man bei einer 8—16 Tage nach einer Menstruation stattgefundenen fruchtbaren Begattung nur die Möglichkeit, ob das dieser angehörige Ei hat befruchtet werden können, in Betracht zieht; und wenn man diese Möglichkeit mit Recht läugnet, eine durch die Begattung selbst herbeigeführte Eilösung erwiesen glaubt. Sicher ist in solchen Fällen ein nachträglich spontan gelöstes Eichen das befruchtete gewesen. Möglich, aber bis jetzt nicht erwiesen, ist es übrigens, dass die mit der Begattung verbundenen Veränderungen im gesammten weiblichen Generationsapparat, den Eintritt der folgenden spontanen Eilösung beschleunigen können, indem die Begattung eine ähnliche Turgescenz, erhöhte Blutzufuhr in den Genitalien, selbst Anlegen der Tuba an das Ovarium herbeiführt, wie sie während der Menstruation sich zeigt. Eine solche Wirkung der Begattung hat besonders ROUGET²⁵ neuerdings behauptet. Wir haben oben gesehen, dass ROUGET die gleichzeitigen Vorgänge der Menstrualblutung, Eilösung und Anlegung der Tuba an das Ovarium in letzter Instanz auf anhaltende Contractionen von Muskelfasern, welche theils in der Uteruswand, theils in dem Mesometrium und Mesovarium verlaufen,

zurückzuführen sucht. Bestätigt sich diese Theorie von ROUGET, so ist sehr wohl denkbar, dass in Folge der sensibeln Reizung bei der Begattung eben dieselben Muskelkrämpfe mit denselben Effecten (mit Ausnahme der Blutung) reflectorisch erzeugt werden. Die Reflexcontractionen der in der Bauchfellfalte gelegenen Muskelfasern bringen erstens die ROUGET'sche „Erection“ des Ovariums und dadurch Beschleunigung der Reifung und Lösung des reifsten Eies, zweitens Anlegen der Tuba an das Ovarium hervor. Wirkt eine Begattung in dieser Weise beschleunigend, so behält deswegen die Lösung des Eiches natürlich die Bedeutung einer menstrualen, spontanen, die Menstruation überhaupt dieselbe unbedingte Wichtigkeit als *conditio sine qua non* für die Zusammenkunft von Saamen und Ei, wie die Brunst bei allen Thieren. Dass die Begattung beim Menschen weit häufiger als bei Thieren ihren Zweck verfehlt, ist nicht wunderbar; die Ursachen der Erfolglosigkeit können vielfacher Art sein, selbst wenn Saamen und Ei die normale Beschaffenheit haben, ist doch ein gegenseitiges Verfehlen beider, oder eine Begegnung unter Umständen, welche den Eintritt der Spermatozoen verhindern, leicht möglich. Bei den Thieren wird die Vereitlung der Zwecke der Begattung schon durch die genauere Einhaltung einer bestimmten Begattungszeit, aber auch durch die grössere Zahl der gleichzeitig dem Saamen entgegengeführten Eier verhindert, würde aber auch, wenn sie stattfände, wegen der seltneren Wiederkehr der Brunst, weit störender und gefährlicher für die Zwecke der Zeugung sein, als beim Menschen.

¹ In Betreff der älteren Geschichte der Befruchtungslehre verweisen wir auf BURDACH's *Phys.* Bd. I. pag. 503 und HALLER's *Elementa physiol. corp. hum.* Tom. VIII. Sect. 1. — ² Vergl. SPALLANZANI, *expériences sur la génération*, deutsch Leipzig 1786; PREVOST und DUMAS, *Ann. d. sc. nat.* Tome III. pag. 129; NEWPORT, *Philosoph. transact. for the year 1851*, Part. I. pag. 169. — ³ Ueber die älteren Fabeln in Betreff des Eindringens der Spermatozoen und ihrer Bestimmung im Ei vergl. BURDACH a. a. O. pag. 599 und SPRENGEL, *Vers. einer pragm. Gesch. der Arzneik.* Bd. IV. pag. 284. Man hat die Saamenfäden mit menschlichen Gesichtern abgebildet, sie als Puppen betrachtet, aus welchen im Ei der Mensch auskriechen sollte; man hat die Saamenthierchen untereinander, wie die brünstigen Hirsche, um den Eintritt in das Ei kämpfen lassen, ihre Verwundungen dabei beschrieben u. s. w. — ⁴ M. BARRY, *Embryolog. research.* in *Philos. transact.* 1840, Part. II. pag. 532, 1843, Part. I. pag. 33 und *Proceed. of the royal society*, June 1853. — ⁵ MEISSNER, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VI. pag. 249. — ⁶ NELSON, *on the reproduct. of Ascaris mystax*, *Philosoph. transact. for the year 1852*, Part II. pag. 563; NEWPORT, *on the impregnation of the ovum in the amphib. and on the direct agency of spermatoz.* ebendas. 1851, P. I. pag. 240; 1853, P. II. pag. 233 u. 271. — ⁷ KEBER, *über den Eintritt d. Saamenzellen in das Ei*, Königsberg 1853, und *mikroskop. Untersuch. über die Porosität der Körper* (Anhang), Königsberg 1854. — ⁸ FUNKE, *SCHMIDT's Jahrb. d. ges. Med.* Bd. LXXX. pag. 118. — ⁹ BISCHOFF, *Widerlegung des von Dr. KEBER bei den Najaden und Dr. NELSON bei den Ascariden behaupteten Eindringens d. Spermatozoen in das Ei*, Giessen 1854. — ¹⁰ v. HESSLING, *einige Bemerk. zu d. H. Dr. KEBER's Abh.: Ueber d. Eintritt etc.*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. V. pag. 392. — ¹¹ BISCHOFF, *Bestätigung des von Dr. NEWPORT bei den Batrachiern und Dr. BARRY bei den Kaninchen behaupteten Eindr. d. Sperm. in das Ei*, Giessen 1854. — ¹² MEISSNER, *Ztschr. f. rat. Med.* N. F. Bd. IV. und *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. VI. pag. 246. — ¹³ LEUCKART, *über die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insecteneiern, zugleich ein Beitrag zur Lehre v. d. Befruchtung*, *MUELLER's Arch.* 1855, pag. 90. — ¹⁴ S. MEISSNER's öfter citirte Abhandlung und: *Ueber die Befruchtung des Eies v. Echinus escul.*, *Verh. d. naturf. Ges. zu Basel* 1851, Bd. III. pag. 374. Wir

haben dem interessanten Streit über die Zeugung von *Ascaris mystax* bereits so viel Raum gewidmet, dass wir auch den die Befruchtung selbst betreffenden Theil kurz skizziren wollen. NELSON beschrieb die Eier zur Zeit der Befruchtung als nackte Dotterballen mit centralem Keimbläschen und liess die Saamenkörperchen von allen Seiten in sie eindringen, nach MEISSNER aber sind die Eier, die sich nach ihm durch Ausbuchtung aus Mutterzellen entwickeln (s. Bd. III. pag. 50), mit einer Dotterhaut bis auf die kleine Stelle, an welcher das Ei mit dem Rest der Mutterzelle zusammenhing, umgeben. Die bei der Lostrennung entstandene Oeffnung am Stiel des Eies nennt MEISSNER die Mikropyle. An diese Mikropyle sollen sich die Bd. III. pag. 113 beschriebenen kegelförmigen Saamenkörperchen mit ihrer flockigen Basis (nie mit dem glatten hinteren Ende) fest adhären, und allmählig in das Innere vordringen, oder vorgeschoben werden. BISCHOFF hält, wie NELSON, die Eier für nackt, läugnet aber die NELSON-MEISSNER'schen Saamenkörperchen, somit auch ihr Eindringen nach dem einen und dem anderen Modus. ALLEN THOMPSON stimmt vollständig mit NELSON und BISCHOFF in Bezug auf das Fehlen der Dotterhaut an den Eiern am Befruchtungsort überein; er fand ihre Consistenz sogar geringer, als in den höheren Theilen des Genitalschlauches, ihre Oberfläche häufig uneben, die Saamenkörperchen sah er an allen Stellen derselben anhaften, nicht blos an MEISSNER's vermeintlicher Mikropyle, und zwar bald mit der flockigen Basis, bald mit dem glatten Ende; das vollständige Eindringen hat er nicht direct beobachtet, wohl aber die zuglänzenden Tropfen gewordenen Saamenkörperchen im Dotter älterer Eier wiedergefunden. Ich habe über den Befruchtungsvorgang selbst keine genügenden Beobachtungen, bin aber, wie schon oben erwähnt, von der Nacktheit der Eier überzeugt. Ebenso haben sich CLAPARÈDE und MUNCK gegen MEISSNER's Dotterhaut vor der Befruchtung und die Anwesenheit der MEISSNER'schen Mikropyle ausgesprochen; beide haben über das Eindringen der Saamenkugeln ebenfalls keine directen Beobachtungen, bezweifeln aber diesen Act keineswegs, wenn sie auch gegen den von früheren Beobachtern beschriebenen Modus des Eindringens und die von MEISSNER behauptete fettige Degeneration der eingedrungenen Körperchen Bedenken hegen. — ¹⁵ v. SIEBOLD, *wahre Parthenogen. etc.* pag. 113. — ¹⁶ Vergl. PRINGSHEIM, *über die Befruchtung u. Keimung d. Algen* (abgedruckt aus den *Monatsber. d. Berl. Akad.*) Berlin 1855 und *Unters. über Befruchtung u. Generationswechsel d. Algen* (Auszug aus den *Monatsber. d. Berl. Akad.*), Berlin 1856. Der von PRINGSHEIM durch alle Stadien verfolgte Zeugungsvorgang bei *Oedogonium ciliatum* ist kurz folgender. Die aus Zellreihen bestehende Pflanze enthält (ausser den endständigen Borstenzellen) dreierlei Arten von Zellen: erstens die gewöhnlichen vegetativen Zellen *a*, welche in sich auf ungeschlechtlichem Wege eine Schwärm-spore erzeugen, zweitens stark angeschwollene Zellen *b*, in welchen die ruhende Spore sich bildet, d. h. die weiblichen Generationsorgane, drittens Zellen, welche



kleiner als die vegetativen sind, *c*, die männlichen Generationsapparate, welche in sich aus ihrem ganzen Inhalt eine einzige kleine Schwärmspore *d* (Mikrogonidium) erzeugen; bei *d* ist eine solche im Austreten begriffen dargestellt. Diese kleine Schwärmspore, welche PRINGSHEIM ihrer Bestimmung zufolge bei Oedogonium als Androspore, Männchenbildner, bezeichnet, setzt sich nach kurzem Herumschwärmen auf oder dicht neben der weiblichen Generationszelle *a* Fig. II fest, und wächst hier zu einem wenigzelligen Pflänzchen, dem Männchen, *b*, aus. Die obere Zelle des Männchens, das Antheridium (welche noch von der ursprünglichen Schwärmsporenmembran einen Deckel trägt) theilt sich durch eine horizontale Scheidewand in zwei Tochterzellen, die Specialmutterzellen *c c* der Saamenkörper. In jeder Specialmutterzelle entsteht ein einziger Saamenkörper, *dd* Fig. III, der oberste derselben hebt den Deckel des Antheridiums ab. Um diese Zeit sammelt sich in dem bedeutend geschwollenen, ganz von grobkörnigem grünen Inhalt erfüllten weiblichen Generationsorgan in der Spitze eine farblose feinkörnige Schleimmasse an (s. Fig. III). Bald darauf bricht die Membran dieses Organes unter der Spitze auf, aus der Oeffnung dringt jene schleimige Masse hervor, erstarrt unter dem Auge des Beobachters zu einem Schlauch (Befruchtungsschlauch) *a*, Fig. IV, mit einer dem Männchen zugewendeten Oeffnung (Mikropyle) *b*. Der übrige Theil der Schleimmasse zieht sich wieder zu der Inhaltskugel, und diese von der Wand zurück zu einer frei im Innern liegenden Kugel, der Befruchtungskugel *c*. In diesem Momente hebt sich der Deckel des Antheridiums vollständig ab, der obere keilförmig gestaltete bewimperte Saamenkörper tritt heraus, und dringt durch die Oeffnung des Befruchtungsschlauches mit der Spitze voran in das weibliche Geschlechtsorgan (*d*, Fig. V), senkt sich mit seiner Spitze in die Befruchtungskugel, und vermischt sich plötzlich, indem er gleichsam zerfließt, mit ihr, ohne dass ausserhalb etwas zurückbleibt; nur im Innern der Befruchtungskugel, in jener vorher ganz klaren Schleimmasse am oberen Pole zeigen sich jetzt einige von dem aufgelösten Saamenkörper herrührende grüne Körnchen. Die Wichtigkeit dieser ungemein interessanten Beobachtungen PRINGSHEIM's leuchtet von selbst ein. — ¹⁷ Vergl. PRINGSHEIM am zuerst genannten Orte. — ¹⁸ PREVOST und DUMAS, *Annal. des scienc. nat.* 1824, Tome II. pag. 104. — ¹⁹ BISCHOFF, *Theorie der Befruchtung und über die Rolle, welche die Spermatozoen dabei spielen*, MUELLER'S Arch. 1847, pag. 422. — ²⁰ R. WAGNER, *Nachtr. zum Art.: Zeugung im Hdwtrb. d. Phys.*, Bd. IV. pag. 1003; FUNKE, *Forts. von GUENTHER'S Physiol.* Bd. II. pag. 1154. — ²¹ BISCHOFF'S Anschauung über das Wesen der Befruchtung ist von Anderen noch weiter ausgebeutet und verballhornt worden. Es klingt wie ein Märchen aus alten Zeiten, wenn wir jetzt solche Phrasen lesen, wie bei MAYER: Der Saamen ist das intensivste Contagium, aber ein bildendes, er enthält das Bild des zu schaffenden Organismus in Schwingungen, diese Schwingungen wirken auf die Schwingungen des Bildes im mütterlichen Ei erweckend, verstärkend, umändernd, quantitativ und qualitativ umstimmend u. s. w.! (MAYER, *über das Eindringen d. Spermatozoen in das Ei*, *Verh. des naturhist. Vereins d. preuss. Rheinl.* 1856, Heft 3 u. 4.) — ²² POUCHET, *théorie posit. de l'ovulat. etc.*, pag. 74 u. 297. — ²³ BISCHOFF, *Beweis der von der Begattung unabhängigen period. Reifung und Lösung der Eier etc.*, Giessen 1844. — ²⁴ Vergl. HIRSCH, *einige prakt. Bedenken gegen die jetzt herrschende Zeugungstheorie*, HENLE u. PFEUFER'S Ztschr. N. F. Bd. II. pag. 127. — ²⁵ ROUGET, *rech. sur les organ. erect. etc.*, *Journ. de Phys.* 1858, T. I. pag. 320, 479, 735.

FÜNFTES KAPITEL.

PHYSIOLOGIE DER ENTWICKLUNG.

ALLGEMEINES.

§. 286.

Das Endziel aller bisher erörterten Zeugungsvorgänge ist die Umwandlung des Eies zum neuen Individuum, der Aufbau des

Embryo aus dem Bildungsmaterial der Eizelle, sei es, dass dieses Material lediglich aus dem ursprünglichen in der weiblichen Keimdrüse abgesonderten Dotter, oder aus dem vereinigten weiblichen und männlichen Geschlechtsstoff besteht. Es ist hier nicht unsere Aufgabe, eine vollständige specielle Entwicklungsgeschichte des Embryo mit allen seinen Organen und Geweben zu schreiben, eine Aufgabe, welche mit Recht der Anatomie zugewiesen worden ist; wir beschränken uns darauf, die Grundzüge des Eilebens während der Embryonalentwicklung und die hierzu in Beziehung stehenden Zeugungsthätigkeiten des mütterlichen Organismus zu erörtern. Wir werden daher, was den ersten Theil der Aufgabe anlangt, zunächst die vorbereitenden Veränderungen des rohen Materials, welches die formlose Dottermasse darstellt, seine Zerklüftung in einen Haufen von Bausteinen, die zu allen möglichen Umgestaltungen fähig sind, vorführen, sodann die erste Vertheilung und Anordnung dieser Bausteine nach gewissen Zwecken, welche der specielle Bauplan dieser oder jener Thierform erheischt, endlich diesen Bauplan selbst für die höchsten Thierformen, und in allgemeinen Umrissen die Art und Weise seiner Durchführung auseinandersetzen. Den zweiten Theil der Aufgabe können wir specieller als die Physiologie der Schwangerschaft bezeichnen, da wir ausschliesslich die bei Mensch und Säugethieren durch die innere Eientwicklung nothwendig gemachten Ernährungsanstalten und Thätigkeiten des mütterlichen Organismus in Betracht zu ziehen gedenken.

Es bedarf kaum der Erwähnung, dass die Entwicklungsveränderungen des Eies bei verschiedenen Thieren ausserordentlich verschieden sind: so viel Thierformen, so viel besondere Baupläne, oder wenigstens so viele Modificationen in der Ausführung gewisser überall wiederkehrender allgemeiner Bauregeln muss es geben. Eine einzige Veränderung ist den Eiern aller Thiere gemein, bei allen im Wesentlichen identisch; es ist dies die erste, die Zerklüftung der Dottermasse in elementare Bausteine, die Embryonalzellen. Schon der nächste Schritt in der Entwicklung, die vorläufige Anordnung, Vertheilung und Verbindung dieser Bausteine muss verschieden sein, jenachdem dieselben ohne Weiteres sämmtlich zur Anlage des Embryonalkörpers von dieser oder jener Form verwendet werden, oder ein Theil derselben zur Bildung von verschiedenen Nebenapparaten dienen muss, sei es, dass diese zur Umgebung des Embryo mit Schutzhüllen, oder zu sonst einem speciellen Zwecke bestimmt sind. Ein allgemeines Princip sehen wir bei dieser ersten Anordnung der Embryonalzellen in seinen Grundzügen überall festgehalten, d. i. die Sonderung dieser Zellen in mehrere Schichten (die sogenannten Keimblätter), deren jede in der Herstellung einer bestimmten Classe functionell coordinirter Organe des Embryo ihre gesonderte Aufgabe findet. Dass im weiteren Verlauf der Entwicklung die Form der aus den einzelnen Zellenaggregaten zusammensetzenden Gebilde den Gang der Umgestaltungen des Eies dictirt, versteht sich von selbst; es werden aber im Verlauf unserer Betrachtung noch andere Momente einleuchten, welche bestimmend auf den Entwicklungsgang einwirken.

So erklärt sich z. B. manche Abweichung im Bauplan des Vogeleies von dem des Säugethiereies aus dem Umstande, dass ersteres seinen ganzen Vorrath an Material von Haus aus bei sich hat, letzteres aus sich Communicationsapparate schaffen muss, durch welche es die nöthige Zufuhr von der Mutter bezieht. Wir müssen es der vergleichenden Morphologie überlassen, in vollständiger Reihe die zugehörigen Entwicklungspläne zu jeder eigenthümlichen Thierform, welche sie beschreibt, zu erörtern, während wir unsere Betrachtung, so weit als es möglich ist, und so weit es sich nicht um allen Thieren gemeinsame Vorgänge handelt, auf die Entwicklung des Menschen und der Säugethiere einengen. Freilich ist dies eben nicht durchweg möglich, und insbesondere die menschliche Entwicklungsgeschichte noch so unvollständig und lückenhaft, dass wir von vornherein davon absehen müssen, von ihrer Erörterung auszugehen. Die ersten Entwicklungsphasen sind noch nie am menschlichen Ei direct beobachtet worden, die jüngsten Eier, welche durch seltene günstige Zufälle zur Anschauung gekommen sind, zeigen sämmtlich bereits die Embryonalanlage bis zu gewissen Punkten gediehen. Was vorhergegangen ist, können wir nur aus der Analogie erschliessen, und auf dieselbe indirecte Weise müssen wir auch bis jetzt noch manche Lücke im weiteren Verlauf der Entwicklung des menschlichen Eies ergänzen; Dank vor Allem den meisterhaften Forschungen BISCHOFF's über die Entwicklung des Säugethiereies, dass wir dies wenigstens jetzt im Stande sind. Sonst pflegte man die Entwicklungsgeschichte des Vogeleies zu Grunde zu legen, weil es bei diesem zuerst unter allen Wirbelthiereiern gelungen war, die ganze Stufenleiter der Umgestaltungen genau zu verfolgen. Jetzt steht die Entwicklungsgeschichte des Säugethiereies in gleicher Vollendung da, wie überhaupt nur wenige Thierformen noch übrig sein dürften, deren Entstehung nicht wenigstens in ihren Grundzügen erforscht wäre. Die von vornherein wahrscheinliche und direct constatirte Congruenz des menschlichen Eies mit dem der Säugethiere rechtfertigt es ohne Weiteres, wenn wir unsere schematische Skizze an letzterem durchführen, und das menschliche Ei nur da direct einführen, wo sicher und vollständig beobachtete Stadien seiner Entwicklung vorliegen, es wird sich dabei häufig genug Gelegenheit bieten, vergleichende Blicke in andere Provinzen des Thierreiches, besonders auf das Vogelei, zu werfen, und hier und da eine kurze Parallele zu ziehen. Nun ist aber ferner auch der Entwicklungsplan keineswegs bei allen Säugethiern identisch, und zwar beschränken sich die Abweichungen nicht auf solche Differenzen von untergeordneter Bedeutung, welche lediglich durch die verschiedene Form des zu bildenden Embryonalkörpers und seiner einzelnen Organe bedingt sind, sondern wir stossen auf Grundverschiedenheiten selbst in solchen Entwicklungsvorgängen, welche zu wesentlich denselben Resultaten bei verschiedenen Thiergattungen führen, ohne dass wir im Stande sind, Ursache und Zweck der Differenzen anzugeben. Das auffallendste Beispiel hierfür liefert die Entwicklungsgeschichte des Meerschweincheneies, bei welchem uns BISCHOFF und LEUCKART eine vollständige Umkehrung in gewissen allen übrigen Säugethiereiern gemeinsamen Grundverhältnissen, eine umge-

kehrte Anordnung der Schichten des Baumaterials, trotz gleicher Verwendung derselben, wie bei anderen Säugethieren kennen gelehrt haben. Wir können hier, ohne vorzugreifen, das hohe Interesse nicht näher erklären, welches gerade eine solche Ausnahme erwecken muss. Unten, wo wir die primären Verschiedenheiten in der ersten Gestaltung des Meerschweincheneies bei der Entwicklung aufsuchen, und beweisen werden, dass alle im weiteren Verlauf eintretenden Abweichungen als secundäre Folgen der ersten nothwendig gemacht waren, damit dieselben Zwecke erreicht werden konnten, welchen der Bauplan der übrigen Säugethiere adaptirt ist, wird dieses Interesse von selbst einleuchten. Das Vorhandensein solcher Modificationen des Entwicklungsplanes nöthigt uns natürlich, in unserem Schema zu specialisiren, die einzelnen Acte der Bildung an concreten Beispielen zu erläutern, wobei wir uns an diejenigen Säugethiere zu halten haben, bei denen erstens der betreffende Process am vollständigsten beobachtet ist, zweitens aber auch am genauesten mit dem gleichen Vorgang im menschlichen Ei übereinzustimmen scheint. Dass die Auswahl unter den Beispielen noch nicht allzugross ist, liegt einfach daran, dass erstens nur bei wenigen Säugethieren die Verhältnisse eine absichtliche experimentelle Verfolgung der Entwicklung durch alle ihre Stadien gestatten, zweitens nur wenige Forscher eine solche Ausdauer und so glänzende Beobachtungsgaben dieser schwierigen mühsamen Untersuchung haben widmen können, wie v. BAER, BISCHOFF und REMAK.¹

¹ Als Grundwerke über die Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugethiere führen wir hier blos die Arbeiten von v. BAER, BISCHOFF und REMAK auf; die ältere Literatur und Specialarbeiten werden bei den einzelnen Abschnitten zur Sprache kommen. Vergl. v. BAER, *Entwicklungsgesch. der Thiere*, Bd. I. Königsberg 1828, Bd. II. 1837; BISCHOFF, *Entwicklungsgesch. der Säugethiere und des Menschen*, Leipzig 1842; *Entwicklungsgesch. d. Kanincheneies*, Braunschweig 1842; *Entwicklungsgesch. d. Hundeeies*, Braunschweig 1845; *Entwicklungsgesch. d. Meerschweinchens*, Giessen 1852; *Entwicklungsgesch. des Rehes*, Giessen 1854; REMAK, *Unters. über die Entwicklung der Wirbelthiere*, Berlin 1855.

VORBEREITENDE VERAENDERUNGEN DES EIES.

§. 287.

Der Furchungsprocess.¹ Die zur Embryonalbildung bestimmte ursprüngliche Dottermasse ist eine Flüssigkeit und als solche begreiflicherweise nicht unmittelbar zur Herstellung der gröberen und elementaren Formbestandtheile des Embryo verwendbar; es kam daher zunächst darauf an, dieses rohe flüssige Material bildsam zu machen. Dies wird erreicht durch die sogenannte Furchung, deren Resultat die Zerklüftung des Dotters in eine hinreichende Anzahl selbständiger, nach aussen durch Umhüllungsmembranen nachträglich sich consolidirender Parthien, in Gestalt elementarer Zellen, ist; die so geschaffenen Furchungszellen

sind die Bausteine, welche ebensowohl in jeder möglichen Ordnung zu Gebilden von jeder möglichen Form aggregirt werden, als sich selbst durch Wachsthum und weitere Differenzirung zu jedem überhaupt aus Zellen hervorgehenden thierischen Gewebselement umgestalten können. Seinem Wesen nach ist der Furchungsprocess ein fortgesetzter Zellentheilungsprocess, indem zunächst die ursprüngliche Gesamtdottermasse sich als einfache Zelle um einen in ihr entstandenen Kern constituirt, diese primäre Zelle durch Theilung in zwei secundäre, von diesen wieder jede in zwei tertiäre Zellen zerfällt u. s. f., bis durch die mit dem Exponent 2 fortschreitende Theilung eine solche Anzahl von Elementen geschaffen ist, welche zur Herstellung der ersten je nach dem Bildungsplan verschiedenen Uranlagen genügt. Der Furchungsprocess ist, wie schon die Allgemeinheit seiner Bedingungen und seines Zweckes errathen lässt, Gemeingut aller thierischen Eier; überall wird durch ihn aus der ursprünglich einfachen homogenen Bildungssubstanz durch Zerklüftung ein Haufen von Zellen geschaffen. Die neuesten histogenetischen Forschungen, insbesondere die Lehre von der thierischen Zellenbildung in ihrer jetzigen mehr und mehr sich befestigenden Gestalt, lassen den Furchungsprocess in einem neuen Lichte und von noch höherem Werthe als früher erscheinen. Der ursprünglichen epochemachenden Lehre SCHWANN's von der freien Entstehung der thierischen Zellen um Kerne aus formlosem Blastem, als Grundgesetz der thierischen Gewebsbildung, ist in neuerer Zeit mehr und mehr der Boden unter den Füßen gelockert, eine Stütze nach der anderen entzogen worden; ihr gegenüber erhob sich mit zahlreichen glänzenden, besonders der Entwicklungsgeschichte entlehnten Beweisen die entgegengesetzte Theorie der ausschliesslichen Bildung thierischer Zellen durch Theilung der vorhandenen Zellen. Der Urheber und hauptsächliche Vertreter dieser Theorie ist REMAK.² Es ist hier nicht der Ort, beide Theorien gegeneinander abzuwägen, was ohne eine eingehende Kritik des thatsächlichen Beobachtungsmaterials, um dessen Deutung es sich handelt, nicht möglich ist. Nur so viel, dass jedenfalls die Vermehrung der Zellen durch Theilung der bei Weitem verbreitetste Modus der thierischen Zellbildung ist, wenn auch für gewisse Zellen der Nachweis noch fehlt, oder sogar die Beobachtungen bei unbefangener Prüfung mehr zu Gunsten einer freien Zellbildung zu sprechen scheinen. Erweist sich der REMAK'sche Modus der Zellbildung als ausnahmsloses Gesetz, dann erscheint die Furchung nicht mehr als ein Vorgang *sui generis*, nicht mehr als specifischer, dem Anfang der Organisation eigenthümlicher Bildungsmodus, sondern nur als Anfangsglied der ununterbrochenen Reihe, auf welche alles Wachsthum und Neubildung sich ausschliesslich reducirt. Das Ei ist dann die Mutterzelle für alle während der Existenz des Organismus gebildeten und constituirenden Zellen und der aus ihrer Metamorphose hervorgegangenen Gewebe, unter Anderem auch die Mutterzelle der von diesem Organismus sich als Eier abgliedernden Zellen, mithin aller künftigen Generationen.

Als erste einleitende Veränderung des Eies bezeichnet man in der

Regel das Schwinden des Keimbläschens. Wenn das Ei seine vollständige Reife erlangt hat, zieht sich das Anfangs excentrisch gelagerte Keimbläschen in die Mitte der dichter und undurchsichtiger gewordenen Dottermasse zurück und verschwindet. Der Process der Auflösung und die etwaigen weiteren Schicksale der Auflösungsproducte sind noch von keinem Beobachter direct verfolgt worden; dass es wirklich geschwunden und nicht bloß in Folge seines Zurückweichens in's Innere unsichtbar geworden ist, schliesst man aus dem Umstande, dass es weder durch Compression des Eies sichtbar zu machen ist, noch beim Zersprengen der äusseren Eihaut in dem allmählig ausfliessenden Dotter zum Vorschein kommt. Wäre auch bei den Säugethiereiern ein Uebersehen des Keimbläschens in der dichten Dottermasse denkbar, so ist dies doch nicht wahrscheinlich bei den Eiern zahlreicher wirbelloser Thiere, bei welchen die dünnere Dotterschicht vollkommen klar und durchsichtig bleibt, wie dies von KOELLIKER besonders bei den Eiern von *Ascaris dentata* hervorgehoben wird. Es würden wohl auch schwerlich Zweifel gegen das factische Schwinden des Keimbläschens erhoben worden sein, wenn nicht erstens das angebliche Fehlen des Keimbläschens nur auf einen sehr kurzen Zeitraum, welcher zwischen der Vollendung der Reife und dem Beginn der Furchung liegt, beschränkt wäre, indem sehr bald an der Stelle des geschwundenen Keimbläschens in der Dottermasse ein neues Bläschen von im Wesentlichen gleicher Beschaffenheit erscheint, welches möglicherweise das wiederauftauchende Keimbläschen selbst sein könnte, zweitens wenn nicht bei gewissen Eiern, so von J. MUELLER⁵ bei denen von *Entoconcha mirabilis*, mit voller Bestimmtheit das Fortbestehen des Keimbläschens, seine Identität mit dem ersten Furchungskern erwiesen wäre, wenn nicht drittens das Schwinden desselben und sein Ersatz durch Neubildung mit den Anschauungen über Zellenbildung und Zellenvermehrung theilweise in Widerspruch stände. Indessen lässt sich aus diesen Umständen kein entscheidender Beweis gegen das wirkliche Schwinden des Keimbläschens führen, im Gegentheil das Auftreten eines neuen Kernes an der Stelle des untergegangenen alten ohne Zwang erklären und durch eine gewichtige Analogie stützen. Das Keimbläschen, dessen Function nur darin besteht, als Attractionscentrum für die Eizellensubstanz zu dienen, die Eizelle um sich zu bilden, hat mit der vollendeten Reife des Eies seine Rolle ausgespielt, geht daher zu Grunde, wie andere Zellkerne nach vollendeter Entwicklung der betreffenden Zellen, z. B. der Blutzellen oder Bindegewebskörperchen u. s. w. Sobald aber die Furchung beginnen soll, ist als erste Bedingung ein neuer Kern unentbehrlich, welcher, wie wir gleich sehen werden, den Dotter allein als Zelle um sich attrahirt, ohne Theilnahme der zu der ursprünglichen Zelle und dem ursprünglichen Zellkern gehörigen Dottermembran mit ihren secundären Belegmassen. Ganz ähnlich verhält es sich auch bei den Pflanzen, wo das Auftreten neuer Zellkerne in der Eizelle ganz evident ist. Wir haben schon oben angedeutet, dass der Embryosack das vollständige Analogon der thierischen Eizelle ist, sein wandständiger

Kern mithin dem thierischen Keimbläschen entspricht; dieser Kern hat ebenfalls nach Vollendung des Embryosackes alle Bedeutung verloren; das sogenannte „Keimbläschen“, welches dem zur ersten Furchungszelle umgewandelten Dotter entspricht, entsteht auch hier aus einem Theile des ursprünglichen Eizelleninhaltes um einen unbestreitbar neuen Kern. Es hat mithin das Schwinden des thierischen Keimbläschens und das Auftreten eines neuen Kernes an seiner Stelle nichts Räthselhaftes, was einen Zweifel rechtfertigen könnte. Viele Beobachter wollen sogar den Auflösungsprocess selbst beobachtet haben, oder vermuthen nur in später erscheinenden Gebilden die Ueberreste des Keimbläschens; indessen hat sich keine dieser Angaben und Vermuthungen bestätigt. Es ist weder für die später neben den Furchungskugeln, zwischen ihnen und der Zona häufig erscheinenden hyalinen Kügelchen, Tröpfchen oder Bläschen, noch für die Kerne der Furchungskugeln selbst, ausser in solchen vereinzelt Fällen, wie bei *Entoconcha mirabilis*, der Ursprung aus dem Keimbläschen erwiesen.⁴

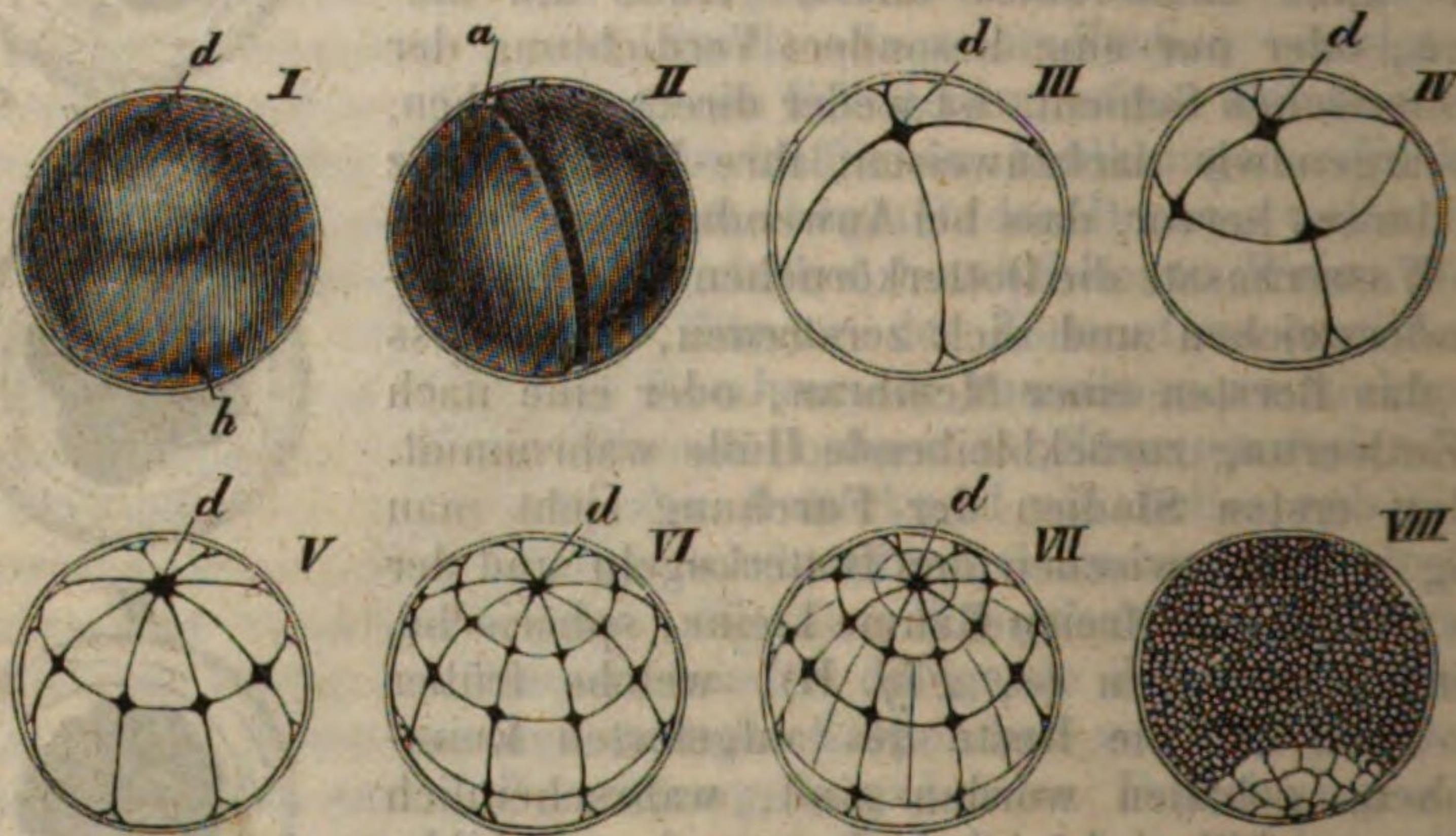
Wir wenden uns zum Furchungsprocess selbst. Am Säugethiereie hat BISCHOFF denselben zuerst durch alle seine Stadien verfolgt, wir wählen das Hundeei als Beispiel zur Erläuterung seiner Erscheinungen unter Beifügung der BISCHOFF'schen trefflichen Abbildungen. Nachdem das Keimbläschen geschwunden ist, beginnt der Dotter, welcher bis dahin die ganze Zonahöhle in der früher beschriebenen Weise gleichmässig ausfüllte, sich von den Wänden der Zona etwas zurück und zu einer Kugel von kleinerem Durchmesser zusammen zu ziehen, so dass zwischen ihm und der inneren Contour der Zona ein freier Raum entsteht, während im Innern der Dotterkugel ein helles sphärisches Körperchen unmittelbar sichtbar wird, oder bei Anwendung von Compression zum Vorschein kommt (*Fig. I*). Wasserzusatz expandirt den verdichteten Dotter so, dass er wieder die ganze Zonahöhle ausfüllt. Die auf diese Weise um das centrale Körperchen concentrirte Dotterkugel stellt die erste Furchungskugel oder Furchungszelle, jenes centrale Körperchen den ersten Furchungskern dar. Kurze Zeit darauf findet man diese Dotterkugel durch eine Furche in zwei vollständig von einander getrennte, aber aneinander liegende Kugeln getheilt, von denen wiederum jede im Innern ein eben solches helles Körperchen zeigt. Die erste Furchungszelle hat sich in zwei Furchungszellen von gleicher Beschaffenheit, wie die Mutterkugel, zerklüftet, *Fig. II*. Im folgenden Stadium hat sich jede dieser zwei Furchungskugeln abermals in je zweie gesondert, so dass viere, entweder nebeneinander gelagert (*Fig. III*), oder eine über den drei anderen, in der Mitte der Zonahöhle sich vorfinden. Durch weitere Theilung mit dem Exponent 2 entstehen zunächst 8, dann 16, dann 32, dann 64 Furchungskugeln, welche zu einem himbeerförmigen Körper aggregirt sind (*Fig. IV*). Zuweilen findet man Eier mit ungeraden Zahlen von Furchungskugeln; das sind solche, an welchen entweder ein Furchungsact noch nicht vollständig beendigt ist, oder ein neuer eben begonnen hat, so dass entweder einzelne Furchungskugeln noch die

Theilung zu erleiden haben, welche die übrigen schon durchgemacht haben; oder, nachdem alle auf gleichen Stadien angelangt sind, einzelne bereits die folgende Zweitheilung erlitten haben. Dass dem so ist, lehrt die relative Grösse oder Kleinheit der in der Theilung zurückgebliebenen oder vorausgeeilten Kugeln. Nie theilt sich eine Kugel in drei neue. Die kleinsten Furchungskugeln zeigen noch immer dieselbe Zusammensetzung, wie die erste, aus der ganzen Dottermasse zusammengesetzte; jede besteht aus einem sphärischen Ballen der körnigen Dotteremulsion, und einem lichten sphärischen Körperchen im Centrum; die Körnchen ragen am Rande über die Contour der Kugeln hervor, wie *Fig. V* lehrt, in welcher die aus der gesprengten Zona austretenden Furchungskugeln isolirt zu sehen sind. Eine membranöse äussere Hülle um dieselben, oder nur eine besondere Verdichtung der peripherischen Schicht, ist weder direct zu sehen, noch irgendwie nachzuweisen; ihre Nichtexistenz geht daraus hervor, dass bei Anwendung von Druck oder Wasserzusatz die Dotterkörnchen allmählig auseinanderweichen und sich zerstreuen, ohne dass man das Bersten einer Membran, oder eine nach der Entleerung zurückbleibende Hülle wahrnimmt. In den ersten Stadien der Furchung sieht man häufig in dem zwischen den Dotterkugeln und der Zona gebliebenen freien Raume kleine, sphärische, hyaline Körperchen (*c*, *Fig. II*), welche früher zum Theil für die Reste des aufgelösten Keimbläschens gehalten worden sind, wahrscheinlich aber nur zufällige, höchst bedeutungslose Gebilde, vielleicht kleine bei der Furchung abgefallene Partikelchen der zähen Bindesubstanz des Dotters sind (RATHKE).

Da es bei Säugethieren immer nur möglich ist, bestimmte Phasen des Furchungsprocesses, in denen man das Ei bei seiner Auffindung im Eileiter des getödteten Thieres gerade überrascht, zu sehen, nicht aber den Process selbst, den Act der Theilung direct zu beobachten, so lassen wir die Beschreibung dieses Vorganges beim Froschei folgen, bei welchem er mit Bequemlichkeit Schritt für Schritt von Anfang bis zu Ende verfolgt werden kann, bei welchem daher über gewisse wichtige Einzelheiten genauere Auskunft zu erwarten ist.⁵ (Vergl. ECKER, *Ic.*, *Taf. XXIII*, *Fig. 1—15*.) Das reife Froschei (I) bildet eine voll-



kommene Kugel, an welcher man mit blossen Auge eine grössere dunkel gefärbte (*d*) und eine kleinere heller gefärbte (*h*) Hälfte unterscheidet; Anfangs füllt auch hier der Dotter die Dottermembran vollständig aus. Im Innern des Dotters findet man häufig eine kleine platte Lücke, welche nach ihrem Entdecker, v. BAER, für die leere Stätte des geschwundenen Keimbläschens gehalten wurde, und auch von REMAK als solche anerkannt wird. Die Furchung beginnt, indem sich der Dotter am Pol der dunklen Hälfte etwas von der Membran zurückzieht, und daselbst eine Furche erhält, welche, nach zwei entgegengesetzten Enden fortschreitend, endlich am hellen Pol ihre beiden Arme vereinigt und so den Dotter in zwei symmetrische Hälften scheidet, indem sie selbst immer tiefer wird und endlich durchschneidet (II). Diese erste Furche führt den Namen der ersten Meridianfurche. Eine wichtige Eigenthümlichkeit ihrer Bildung ist die, dass sie mit ausserordentlicher Schnelle am dunklen Pol entsteht und fortschreitet,



sehr langsam dagegen in der unteren Hälfte des Eies bis zum hellen Pol sich weiter bildet. Diese Eigenthümlichkeit erhält sich auch bei der weiteren Zerklüftung insofern, als am dunklen Pol die Einschnürungen stets mit grosser Geschwindigkeit vor sich gehen, am hellen Pol dagegen später eintreten und langsamer vorschreiten. Die Dotterhaut nimmt keinen Antheil an dieser Einschnürung, geht glatt gespannt über die Furche weg, wie bei *a* Fig. II im Profil zu sehen ist; der daselbst gebildete leere Raum ist es, in welchem nach NEWPORT und BISCHOFF die eingedrungenen Spermatozoiden unter günstigen Umständen wahrzunehmen sind. Etwa eine Stunde später ist der zweite Act vollendet, es hat sich ebenfalls vom dunklen Pol *d* Fig. III aus nach beiden Seiten unter rechtem Winkel mit der ersten fortschreitend eine zweite Meridianfurche gebildet, so dass nun der Dotter in vier gleiche Kugelsegmente getheilt ist. Hierauf entsteht (Fig. IV) eine Aequatoralfurche,

welche jedoch dem dunklen Pol d weit näher als dem hellen liegt; dieselbe entsteht nicht von einer einzigen Stelle aus, sondern gleichzeitig an allen vier Kreuzungsstellen mit den Meridianen, von deren jeder sie nach beiden Seiten hin fortschreitet, bis sich die einzelnen Arme auf halbem Wege zwischen je zwei Meridianen begegnen. So wird der Dotter in 8, untereinander aber nicht völlig gleiche Segmente zerklüftet. Im folgenden Stadium, *Fig. V*, haben sich zwei neue Meridianfurchen, beide vom dunklen Pol aus wie die früheren fortschreitend, gebildet, und den Dotter in 16 Segmente getheilt; im folgenden Stadium, *Fig. VI*, sind zwei Parallelkreise, einer oberhalb, einer unterhalb des Aequators, ersterer etwas früher als letzterer, entstanden, so dass nun 32 Abschnitte vorhanden sind. Die folgende Theilung, welche den Dotter in 64 Segmente theilt, geht so vor sich, dass die den Polen zunächst liegenden Felder durch Parallelkreise, die dem Aequator zunächst liegenden in der Richtung der Meridiane halbirt werden, wie die feineren Linien in *Fig. VII* andeuten. Von hier an sind die einzelnen Acte der Zerklüftung nicht mehr so speciell zu verfolgen; die dunkle Hälfte eilt der hellen immer etwas voraus, und da der Aequator dem dunklen Pol näher liegt, findet man auf der hellen Hälfte die Furchungskugeln etwas grösser, als gleichzeitig an der dunklen Hälfte, wie *Fig. VIII* zeigt.⁶

Untersucht man die Furchungskugeln aus späteren Stadien bei stärkeren Vergrösserungen, *Fig. I*, so überzeugt man sich, dass jede aus einem Häufchen derselben Emulsion, wie der ursprüngliche Dotter, und einem centralen lichten, undeutlich durchschimmernden sphärischen Körperchen a besteht. Auch hier ist keine äussere Zellmembran wahrzunehmen, so bestimmt die Gegenwart derselben, wie unten weiter zur Sprache kommen wird, von REICHERT, REMAK u. A. behauptet wird; die Contour wird von den unregelmässig vorspringenden Dotterplättchen und ihrer zähen hyalinen Zwischensubstanz gebildet; letztere ragt nicht selten, besonders nach Wasserzusatz, in Form halbkugliger hyaliner Vorsprünge oder ausgebreiteter Säume vor, b . Diese Vorsprünge lösen sich zuweilen als freie Tropfen ab, ohne dass die geringste Spur von dem Zerreißen einer Membran wahrzunehmen wäre. *Fig. II* stellt eine längliche, in der Weitertheilung begriffene Furchungskugel dar, in welcher bereits die zwei neuen Kerne ihrer Tochterkugeln zu sehen sind.



Diese zwei Beispiele mögen als Unterlage für die nähere Interpretation des Furchungsprocesses genügen; im Wesentlichen sind die Erscheinungen überall dieselben. Man unterscheidet als zwei Arten der Furchung: die totale, bei welcher, wie in den erörterten Beispielen, die ganze Dottermasse sich zerklüftet, und die partielle, bei welcher nur ein Theil des Eizelleninhaltes sich daran betheiligt. Letztere schrieb man bisher allgemein unter den Wirbelthiereiern den Eiern der Vögel,

beschuppten Amphibien und Knochenfische zu, und trennte dem entsprechend den sich furchenden Theil des Dotters als Bildungsdotter von dem übrigen, später mittelbar zur Ernährung des Embryo dienenden Theil, dem Nahrungsdotter. Die Annahme einer partiellen Furchung ist nur bei wenigen Eiern wirklich begründet, entschieden falsch bei denen der Vögel und beschuppten Amphibien. Der Irrthum beruht darin, dass man den ganzen gelben Vogeldotter als Ei betrachtete, während wir nachgewiesen haben, dass nur der als Keimscheibe bezeichnete körnige Dotterhaufen mit dem Keimbläschen Ei, der sogenannte Nahrungsdotter aber gar nicht Dotter, d. h. nicht Eiinhalt, sondern Epithel des GRAAF'schen Follikels, Analogon des *corpus luteum* ist. Nur jener körnige Dotter furcht sich, zerklüftet sich aber vollständig; da nun in ihm die ganze Eisubstanz besteht, so haben wir auch hier unzweifelhaft totale Furchung.⁷ Dagegen glauben wir, dass den Fischeiern mit Recht partielle Furchung zugeschrieben wird, da, wie schon Bd. III. pag. 36 erwähnt, bei ihnen der nicht an der Furchung Theil nehmende, durch seine eigenthümliche Structur (REICHERT) ausgezeichnete Theil des Dotters aller Wahrscheinlichkeit nach wirklicher Eiinhalt ist. Ebenso finden sich unter den wirbellosen Thieren notorische Beispiele partieller Furchung. Gewissermaassen entspricht dieselbe dem regelmässigen Verhalten der Eier der phanerogamen Pflanzen, bei welchen ja auch nur ein kleiner Theil des Embryosackinhaltes sich zu dem Keimbläschen, welches später durch Furchung die Embryonalbildung einleitet, constituirt. Teleologisch ist es nicht schwer, die partielle Furchung plausibel zu erklären. So muss dem in der Aussenwelt sich entwickelnden Fischei alles Material mitgegeben werden, welches der Embryo bis zur Erreichung eines bestimmten Ausbildungsgrades bedarf; dieses ganze Material ist in die schützende Dotterhaut eingebettet. Zur ersten rudimentären Anlage des Embryo bedarf es aber nur eines Theiles dieses Materials, welcher sich daher in die Bausteine zerklüftet, der übrige wird erst später zur weiteren Ausbildung dieser Anlage erfordert. Dieses Raisonnement passt zwar z. B. auch auf die Vögel; allein hier ist die absolute Menge des ganzen Materials zu beträchtlich, um in eine Zelle eingeschlossen zu werden; da die Kräfte, welche ein Plasma um ein Centrum als Zelle attrahiren, immer nur auf kleine Distanzen wirken können.

Ueber die histiologische Bedeutung des Furchungsprocesses, so wie über gewisse seinen Hergang und die Beschaffenheit seiner Producte, der Furchungskugeln, betreffende Einzelheiten ist seit seiner Entdeckung ein heutzutage noch nicht vollkommen geschlichteter Streit geführt worden. Ohne uns ausführlich auf die Geschichte und Literatur dieses Streites einzulassen, beschränken wir uns auf eine beiläufige Erörterung der wesentlichsten Differenzpunkte, während wir die betreffenden Fragen in dem Sinne beantworten, wie es uns nach eigenen Beobachtungen und möglichst unbefangener Kritik fremder am richtigsten dünkt. Der Furchungsprocess ist seinem Wesen nach ein fortgesetzter Zellentheilungsprocess, die Furchungskugeln, von der ersten aus dem ganzen Dotter gebildeten an bis zu den letzten klein-

sten sind Zellen, bestehend aus einer von Dottermasse gebildeten Zellensubstanz und einem in ihrem Centrum befindlichen Kern, jenem mehrfach erwähnten centralen lichten Körperchen. Die Furchungskugeln sind als Zellen zu deuten, trotzdem, dass sie durch keine Zellmembran nach aussen abgegränzt sind. Das ist der erste Differenzpunkt. REICHERT⁸ nimmt eine solche Zellmembran um jede Furchungskugel an. Früher behauptete er, dass schon vor der Furchung die Membranen sämtlicher Furchungskugelgenerationen präformirt in die selbst von einer besonderen Membran umgebene Dotterkugel nach beifolgendem Schema eingeschachtelt wären, so dass die Furchung selbst nur ein allmählig fortschreitender Geburtsact vielfach eingeschachtelter Mutterzellen wäre. Später hat er diese Hypothese zurückgenommen, und lässt jetzt in jeder Furchungskugel immer nur die nächste Generation durch Umbildung von Membranen um Inhaltsportionen entstehen. Mit gleicher Bestimmtheit spricht sich REMAK, obwohl er die durch Furchung gebildeten Kugeln der Keimscheibe des Vogeleies selbst für membranlos erklärt, beim Froschei für die Gegenwart einer Membran („Eizellenmembran“) um den Dotter als erste Furchungskugel und die secundären, tertiären u. s. w. Furchungskugeln aus, und schreibt dieser Membran eine wesentliche Rolle beim Act der Furchung selbst zu. REMAK will zwar auch an frischen Eiern diese Membran als zartes kaum $\frac{1}{500}$ dickes Häutchen von den Dotterkugeln abgelöst haben, beschreibt aber ihre Eigenschaft und ihr Verhalten beim Furchungsprocess ausschliesslich nach Beobachtungen an erhärteten Eiern, d. h. solchen, welche er in eine Lösung von Kupfervitriol (mit Alkohol und Holzessig versetzt) gelegt hatte. Dass diese Lösung die eiweisshaltige Grundsubstanz des Dotters und zwar zunächst und hauptsächlich an der Oberfläche zu einer membranartigen Schicht coaguliren muss, versteht sich von selbst; eine solche künstlich erhärtete Rinde darf aber nicht mit einer Zellmembran identificirt werden. Die entgegenstehende Ansicht, dass die Furchungskugeln überhaupt keine Membranen haben, ist zuerst von BISCHOFF aufgestellt und hauptsächlich vertreten worden. Es existirt kein haltbarer Beweis für die Existenz einer solchen Membran, wohl aber die gewichtigsten Gegenbeweise.⁹ Eine Kugel, deren Contouren von den vorspringenden Dotterelementen selbst gebildet werden (s. die Fig. Bd. III. pag. 181), welche durch Druck allmählig auseinanderfliesst, ohne dass ein Bersten oder eine leer zurückbleibende Membran zu erkennen wäre, die bei Zusatz von Wasser ihre aufquellende Grundsubstanz ohne Weiteres in Tropfen abgiebt, hat keine Zellmembran. Die Bedeutung der centralen lichten Körperchen als Kerne kann nicht zweifelhaft sein, wenn man einmal die Furchungskugeln als Zellen betrachtet; ihr Verhalten beim Furchungsvorgang beweist es zur Evidenz. Darüber streitet man aber auch hier, ob diese Kerne solide Kugeln, oder mit Flüssigkeit erfüllte Bläschen sind, ohne dass die eine oder die andere Partei sichere objective Beweise für ihre Ansicht beibringen könnte. Es ist



eine äussere Membran an den Kernen weder isolirt, noch an Faltenbildungen oder endosmotischen Eigenschaften erkannt worden. KOELLIKER und REICHERT haben sich für die Bläschennatur ausgesprochen, Ersterer, weil er überhaupt alle Zellenkerne und selbst alle Kernkörperchen für Bläschen hält, Letzterer, weil er sich die Heranbildung der zähflüssigen Masse, welche sie constituirt, zur Kugel nicht anders denken kann; v. BAER, RATHKE, BISCHOFF, WITTICH und LEUCKART dagegen halten die Kerne für solide Kugeln, Letzterer unter dem Vorbehalt, dass vielleicht nachträglich die äussere Schicht sich zu einer Membran consolidire. Eine ganz eigenthümliche Ansicht hat REMAK aufgestellt. Nach ihm hat die im ursprünglichen Dotter des Froscheies wahrnehmbare centrale Höhle, die Höhle des geschwundenen Keimbläschens die Bedeutung einer Kernhöhle, die sie umgebende feinkörnige graue oder grauschwarze Substanz die Bedeutung einer Kernmasse. Bei den ersten Phasen der Furchung soll die Spaltung dieser Höhle und ihrer umgebenden Masse in je zwei kleinere Höhlen mit umgebender Kernmasse die Kerne der ersten Furchungszellengenerationen liefern. Später sollen diese Kernhöhlen mit Membranen sich auskleiden und dann die weitere Kernbildung durch Theilung dieser blasigen Kerngebilde vor sich gehen. Ich muss gestehen, dass diese Auffassung REMAK's wenig plausibel ist: es ist keine einzige Thatsache angegeben, aus welcher REMAK den Beweis für die Bedeutung der dunkleren körnigen Masse als Kernmasse führen könnte; den Mangel an Membranen um die ersten Kernhöhlen giebt REMAK selbst als nicht erweisbar zu. Wahrscheinlich sind REMAK's Höhlen von Anfang an Kernblasen, die umgebende dunkle Substanz Dotter — also Zellensubstanz, welche vermöge irgendwelcher Eigenschaft von den Kernen stärker attrahirt wird als die helle Substanz.¹⁰ Ferner ist man nicht einig über die Gegenwart und das Verhalten der Kernkörperchen in diesen Kernen; diejenigen, welche den Kernkörperchen eine wichtige Rolle bei jeder Zellenbildung zuschreiben, vindiciren auch den Furchungskugeln ein Kernkörperchen als wesentliches constantes Attribut. Indessen, abgesehen von der schon öfters berührten hohen Wahrscheinlichkeit, dass das Kernkörperchen, wo es vorkommt, ein zufälliges bedeutungsloses Element des Kernes ist, lassen sich Kernkörperchen durchaus nicht immer in den Furchungskernen nachweisen; sie fehlen oft gänzlich (so bei *Strongylus* nach REICHERT), in anderen Fällen scheinen sie sich nachträglich in den Kernen auszuschcheiden, zuweilen finden sich mehrere dunkle Körnchen in einem Kern. Sind nun die so beschaffenen Furchungskugeln Zellen oder nicht? Die Antwort hängt natürlich von dem Begriff der Zelle ab. Wer die Zelle als ein Gebilde aus Membran, Inhalt, Kern und Kernkörperchen definirt, und jedes dieser Merkmale für gleich wesentlich und unveräusserlich hält, der muss die Zellennatur der Furchungskugeln, wenn er ihre Membranlosigkeit zugiebt, läugnen. So BISCHOFF, welcher ausdrücklich diesen einzigen Beweis gegen die Zellennatur anführt. Wer dagegen unter einer Zelle jede um einen Kern in bestimmter Form abgegränzte Substanz, welche sich durch irgend eine Lebenserscheinung als selbständiger Elementar-

organismus ausweist, versteht, der wird sicher auch die Furchungskugeln Zellen nennen müssen, wie alle sogenannten Umbüllungskugeln, wie das ursprüngliche Ei selbst. Ob ihre peripherische Schicht sich zu einer Membran verdichtet oder nicht, ist ebenso gleichgültig für den Begriff, als ob in einer Zelle der Kern bleibt, oder zu Grunde geht. Wir werden alsbald sehen, dass auch die Furchungskugeln, und zwar die letzten sich nicht weiter theilenden, sehr bald mit wirklichen Membranen sich umgeben, und von da an natürlich einhellig von allen Autoren Zellen genannt werden, als ob sie mit dieser Zuthat ganz andere Dinge geworden wären, als ob ein Buch ohne Einband kein Buch wäre. Im Grunde kommt auf diesen Streit ausserordentlich wenig an, für die Physiologie ist es ganz gleichgültig, ob die Furchungskugeln den Titel Zellen führen dürfen, oder nicht, sobald nur die ihre Constitution und Entstehung betreffenden Thatsachen eruirt sind, sobald wir wissen, dass jede aus einer um einen Kern concentrirten Parthie von Dottersubstanz besteht, und die Fähigkeit, sich durch Theilung zu vermehren, besitzt. Gerade diese Theilung, welche secundär durch eine primäre Theilung des Kernes veranlasst wird, ist eine Lebenserscheinung der Furchungskugeln, die sie meines Erachtens zur Evidenz als Zellen charakterisirt, besser und entscheidender, als wenn sie von Anfang an Membranen hätten. Ueber den speciellen Hergang dieser Theilung, also des Furchungsprocesses selbst, herrscht ebenfalls noch keine Einigkeit, jede der eben genannten Anschauungen über die Constitution der Furchungskugeln zieht beinahe nothwendig eine besondere Theorie ihrer Entstehung nach sich. Nach REICHERT, welcher die membranöse Begränzung annimmt, ist das Schema der Furchung folgendes. Nachdem das Keimbläschen sich aufgelöst hat, erhält der Dotter ringsherum eine hyaline Gränzsicht, indem die Formelemente allseitig näher aneinander rücken, ohne besonderes Anziehungscentrum. Hierauf weicht der Dotter (bei länglichen Eiern zunächst an beiden Polen) von der Dotterhaut zurück, so dass ein lichter Zwischenraum entsteht, in welchem meist die Reste des aufgelösten Keimbläschens zum Vorschein kommen. Dieses Zurückweichen des Dotters ist das Signal, dass sich derselbe mit einer äusseren Membran umgeben hat, durch welche er zur ersten Furchungskugel wird; jetzt erst entsteht nachträglich im Centrum derselben der Kern, Anfangs in Form eines hellen Tropfens, welcher später wahrscheinlich zum Bläschen wird. Die Einleitung zur Theilung dieser ersten Furchungszelle ist das völlige Schwinden ihres Kernes, worauf die lichte Gränzsicht des Dotters breiter wird, und im Aequator sich in's Innere hineinerstreckt, so dass der dunkle körnige Theil unter dem Mikroskop bisquitförmig eingeschnürt erscheint. Bald darauf folgt auch die lichte Gränzsicht dieser Einschnürung, so dass die ganze Furchungskugel bisquitförmig wird, während eine dunkle Querlinie sie in zwei Hälften theilt. Die Einschnürung der lichten Zona ist nach REICHERT das Zeichen, dass die Membran der ersten Furchungskugel zu Grunde gegangen, und an ihrer Stelle jede der abgeschnürten Hälften, der Tochterkugeln, sich mit einer Membran umgeben hat; wiederum nachträglich entsteht in jeder

dieser frei gewordenen Tochterkugeln ein Kern u. s. f. Die Grundzüge der REICHERT'schen Theorie sind demnach: die endogene Bildung der Tochterzellen innerhalb der membranwandigen Mutterzelle und die nachträgliche Kernbildung in der fertigen Zelle. KOELLIKER stellt folgendes Schema der Furchung auf. Nachdem der ursprüngliche Eizellenkern, das Keimbläschen, geschwunden, entsteht im Centrum des Dotters ein neues Kernkörperchen, und um dieses ein neuer bläschenförmiger Kern, welcher den Dotter um sich zur ersten Furchungskugel



attrahirt. Hierauf bilden sich in diesem Kern durch endogene Zeugung um zwei neue Kernkörperchen zwei neue Kerne, welche durch Auflösung des Mutterbläschens frei werden, auseinanderweichen, und nun als gesonderte Anziehungscentra auf die folgsame Dottersubstanz wirken, so dass je eine Hälfte derselben um je einen Kern sich als Kugel concentrirt, wie bei folgende (auf das Ei einer Ascaris sich beziehende) schematische Abbildung verdeutlicht. REMAK fasst ebenfalls mit vollstem Recht den Furchungsprozess als eine Zellentheilung, nicht als endogene Zellbildung auf, und betrachtet mit KOELLIKER die Theilung als eingeleitet und bedingt durch vorausgehende Kerntheilung (aber nicht die KOELLIKER'sche endogene Kernvermehrung), während er andererseits der von ihm mit REICHERT angenommenen Membran um die Furchungskugeln ebenfalls eine Stelle bei dem fraglichen Process zuschreibt. Er unterscheidet beim Froschei eine Einfurchung von einer Durchfurchung. Erstere besteht in der Bildung der rinnenförmigen oberflächlichen Furche, deren Boden von der eingezogenen Membran („Eizellenmembran“) ausgekleidet ist. Die Durchfurchung, d. h. die vollständige Trennung in den durch die Einfurchung gleichsam vorgezeichneten Bahnen, entsteht nach REMAK nicht durch eine zunehmende Vertiefung der Furche mit in gleichem Maasse fortschreitender Einziehung der ursprünglichen Membran, sondern in der Bildung von zwei parallel dicht nebeneinander laufenden membranösen Scheidewänden, welche vom Boden der Furche ausgehend nach dem Centrum des Eies sich fortbilden, um nach vollendeter Trennung die Membranen der durch die Zerklüftung blossgelegten Bruchflächen der secundären Furchungszellen darzustellen. Diese Annahme gründet REMAK auf seine Beobachtungen an erhärteten Eiern; es gilt für diese Scheidewandbildung dasselbe was wir gegen die Membran überhaupt geltend gemacht haben. REMAK's Ansicht über die Theilung der Kerne ergibt sich aus dem über seine angeblichen Kernhöhlen Mitgetheilten.

Die meisten Embryologen betrachten jetzt das Wesen der Furchung als eine Theilung der Dottermasse in KOELLIKER's Sinn, durch die primär getheilten Kerne hervorgerufen und vermittelt. Die Mehrzahl läugnet, wie bereits erwähnt, die Zellmembran der Furchungskugeln, und stimmt mit KOELLIKER und REMAK darin überein, dass die Furchung von den Kernen ausgeht, die Theilung des Kernes in zwei der Dottertheilung nicht allein vorausgeht, sondern das Moment ist, welches die letztere bedingt.

Nur über gewisse Nebenumstände gehen die Meinungen auseinander, so bezweifeln erstens BISCHOFF u. A. mit Bestimmtheit die von KOELLIKER dem Kernkörperchen zugeschriebene constante wichtige Rolle bei der Bildung des ersten Furchungskernes und seiner Vermehrung, und zweitens nehmen die Meisten mit REMAK nicht eine endogene Zeugung der Tochterkerne, sondern eine einfache Theilung des Mutterkernes an. Viele haben direct beobachtet, dass der Kern vor der Dottertheilung eine Einschnürung erhält, welche immer tiefer wird, bis er sich in zwei auseinanderweichende Hälften trennt; nicht selten findet man daher zwei Kerne in einer Furchungskugel, ein sicherer Beweis, dass die Kernvermehrung der Dotterzerklüftung vorangeht. Nach dem, was wir oben über die sehr fragliche Bläschennatur der Kerne und über das Vorkommen von Kernkörperchen in ihnen gesagt haben, liegt auf der Hand, dass die KOELLIKER'sche Annahme endogener Kernzeugung um primäre Kernkörperchen durchaus nicht, wenigstens nicht überall, eine genügende tatsächliche Basis hat; auch in KOELLIKER's eigenen Beobachtungen vermissen wir eine hinreichende Berechtigung zur Aufstellung dieses Theiles seines Furchungsschemas. Ueberhaupt steht jetzt die Annahme einer endogenen Kernvermehrung auf äusserst unsicherem Boden. Weitere Beobachtungen müssen genauere Aufklärung über diese Einzelheiten von rein histiologischem Interesse schaffen.

Schliesslich glauben wir mit Umgehung der fraglichen Nebenpunkte folgendes Schema des Furchungsprocesses als das richtigste, bestbegründete aufstellen zu dürfen: Nachdem die ursprüngliche Eizelle nach vollendeter Reife ihren Kern, das Keimbläschen, verloren hat, constituirt sich die Dottermasse für sich zu einer Zelle, indem in ihrem Centrum ein neuer Kern entsteht, welcher sie (mit welchen Kräften, wissen wir noch bei keiner Zelle) um sich zu einer selbständigen Kugel attrahirt; oder es besteht auch wie bei *Entoconcha mirabilis* das Keimbläschen selbst fort und übernimmt selbst die Rolle des ersten Furchungszellkernes. Ihre Selbständigkeit verdankt diese Kugel blos der Cohärenz ihrer Masse und den attrahirenden Kräften des Kernes, nicht einer besonderen sie nach aussen abgränzenden membranösen Umbüllung. Die Vermehrung dieser Kugel zerfällt in folgende Acte: der Kern theilt sich, mag er nun solid oder ein Bläschen sein, in zwei, diese weichen auseinander, und jeder von ihnen wirkt mit gleichen Attractionskräften auf die Substanz der primären Kugel, so dass dieselbe sich in zwei Hälften theilt, von denen jede als Kugel um einen der Kerne sich concentrirt. Jeder dieser Kerne theilt sich wieder in zwei, die nun wieder in die Dottersubstanz sich theilen und so fort, bis durch fortgesetzte Theilung Elemente von einer bestimmten den Zwecken ihrer folgenden Verwendung entsprechenden Kleinheit geschaffen sind.

Der Ort der Furchung des Säugethiereies ist hauptsächlich der Eileiter, zum Theil auch der Uterus. Wo das Eichen die Tuba rasch durchheilt, erreicht es den Uterus schon, wenn es in den ersten Stadien der Furchung ist, während bei langsamer Wanderung durch die Tuba, oder sehr schnellem Ablauf der Furchung dieselbe in dem Eileiter ziem-

lich oder ganz vollendet wird. So gelangt nach BISCHOFF das Meer-schweinchenei bereits dann in den Uterus, wenn sein Dotter erst in 4, höchstens 8 Kugeln zerklüftet ist, während das Hundeei noch das folgende Stadium (16 Kugeln) im Eileiter erreicht, das Kaninchenei aber am Ende seiner Zerklüftung im Uterus anlangt. Es beginnt auch der Furchungsprocess bei keinem der untersuchten Thiere im obersten Anfang der Tuben unmittelbar nach dem Eintritt des Eies, sondern erst, nachdem letzteres eine kleinere oder grössere Strecke unverändert durchlaufen hat, beim Kaninchen erst in der zweiten Hälfte der Tuba, beim Hunde sogar erst im letzten an den Uterus gränzenden Endstück derselben. Ueber die Zeit des Beginnes und die Dauer der Furchung sind genaue Ermittlungen schwierig. Welche Zeit bei diesem oder jenem Säugethiere zwischen dem Moment der Lösung des Eichens aus dem Follikel und der Bildung der ersten Furchungskugel verfliesst, ist nicht zu bestimmen, da keine äussere Erscheinung den Zeitpunkt der Lösung scharf bezeichnet, und ebensowenig der Moment des ersten Anfanges der Furchung sicher zu erkennen ist, wenn es auch glückte, ein Thier zufällig gerade in diesem Moment zu tödten und so das Ei gerade in diesem Zustande zu finden. Man kann daher nur von dem Zeitpunkte der Begattung aus datiren, von welcher freilich nur so viel gewiss ist, dass sie in der Nähe der Eilösung stattfindet; sind mehrere Begattungen vorhergegangen, so fehlt jeder bestimmte Ausgangspunkt. Beim Kaninchen beginnt die Furchung sicher sehr bald nach der Lösung, und wird in wenigen Tagen vollendet; das Hundeei scheint erst später sich zur Furchung anzuschicken, und einen Zeitraum von wenigstens 8 Tagen zu ihrer Durchführung zu beanspruchen. BISCHOFF fand das Hundeei nie vor dem 8. Tage nach der Begattung im Uterus; den bei Weitem grössten Theil dieser Zeit bringt es im letzten Drittheil der Tuba zu, in welchem es innerhalb 24 Stunden etwa um ein Stadium des Furchungsprocesses vorzurücken scheint.

Während der Dotter sich furcht, gehen mit der äusseren Hülle des Eies einige unwesentliche Veränderungen vor sich. Die Zellen des *cumulus proligerus*, welche das Eichen bei seinem Austritt in Form des sogenannten *discus proligerus* begleiten, gehen im Eileiter allmählig zu Grunde, nachdem sie zuvor ihre im Follikel zur Zeit der Reife angenommene spindelförmige Gestalt verloren haben, wieder rund geworden sind. Die Darstellung des Hundeeies (pag. 179) giebt ein ohngefährtes Bild der allmählichen Reduction des Discus. Nach dem Untergang dieses Zellenmantels bleibt die Zona entweder nackt, oder sie umgiebt sich mit den schon besprochenen accessorischen Eileiterhüllen. Bis jetzt ist unter den Säugethiern eine solche Umbüllung nur beim Kaninchenei von BISCHOFF nachgewiesen; sie erreicht daselbst aber eine so beträchtliche Mächtigkeit, dass am Ende der Furchung die aus dünnen concentrischen Lagen zusammengesetzte Eiweisschicht nahezu denselben Durchmesser hat, wie das ganze Ei.

Noch haben wir eines höchst wunderbaren Phänomens zu gedenken, welches in äusserst seltenen Fällen bei Säugethiereiern in dieser ersten

Periode ihres Entwicklungslebens beobachtet worden, aber durchaus noch nicht genügend aufgeklärt ist; es ist dies die Rotation des Dotters. BISCHOFF fand einmal im Eileiter eines kurz zuvor belegten Kaninchens 4 Eier, welche bei der Bildung der ersten Furchungskugel begriffen waren, und sah bei allen vieren die Dotterkugel in der unbeweglich bleibenden Zona sich stät und majestätisch um sich selbst drehen. Später fand er in Gemeinschaft mit LEUCKART dieselbe Dotterbewegung noch einmal bei einem Meerschweinchenei. Bei den Kanincheneiern will BISCHOFF mit Bestimmtheit eine Besetzung der Dotteroberfläche mit schwingenden Flimmercilien als Ursache des Phänomens erkannt haben, während er bei jenem Meerschweinchenei wohl das Flimmern bemerkte, die Cilien aber nicht erkennen konnte. Leider sind diese beiden Beobachtungen bis jetzt die einzigen bei Säugethieren^{1 1}, während dagegen bei anderen Wirbelthieren, besonders aber bei zahllosen Arten wirbelloser Thiere, Drehungen des Dotters auf irgend einer Entwicklungsstufe, fast durchgängig des aus dem Dotter bereits gebildeten Embryo selbst mit Hülfe eines Flimmerüberzuges längst constatirt sind.^{1 2} Bei den Säugethiereiern hat indessen trotz der scheinbaren weitverbreiteten Analogie die Dotterrotation mehreres Räthselhafte, welches Bedenken gegen die unbedingte Parallelisirung mit den Drehungen der Embryonen anderer Thiere im Ei erwecken muss. Erstens ist es auffallend, dass BISCHOFF nur ein einziges Mal bei Kaninchen und Meerschweinchen die Bewegung gesehen, obwohl er eine grosse Anzahl von Eiern aus genau denselben Entwicklungsstadien unter denselben Umständen vor sich gehabt hat, noch weit wunderbarer aber, dass er nicht wenigstens die Organe der Bewegung, die Flimmercilien an allen Eiern dieser Stufe gefunden hat. Zweitens ist aber die Anwesenheit von Flimmercilien auf der Dotterkugel etwas ganz Unerklärliches; wie können Cilien, die wir sonst nur als Producte membranöser Zellwandungen (oder Auflagerungen auf denselben?) kennen, auf der membranlosen Oberfläche des Dotters, einer Flüssigkeit, entstehen? Wir haben kein Recht, an der Richtigkeit der BISCHOFF'schen Beobachtung und der bildlichen Darstellung einer solchen mit undeutlichen Spitzchen besetzten Dotterkugel zu zweifeln; sonst liesse sich für die Bewegung eine andere plausible Ursache vermuthen, d. i. eine Drehung der Dotterkugel durch die Bewegungen eingedrungener Saamenfäden in der bereits pag. 157 angedeuteten Weise. So gut BISCHOFF selbst einmal ein ganzes Hundeei durch die Bewegungen der auf der Zona befindlichen Saamenfäden um sich selbst gedreht werden sah, so gut z. B. die dem Dotter sehr ähnliche nackte Spore von *Fucus* erwiesenermaassen durch die Bewegungen der allenthalben in ihre Oberfläche eingebohrten Schwärmsporen regelmässig rotirt, liesse sich eine Drehung der Dotterkugel durch eingedrungene, sich fortbewegende Saamenfäden, wenn zufällig einmal die Bewegung derselben die dazu nöthige Uebereinstimmung in Richtung und Rhythmus hätte, recht wohl denken. Doch ist dies nur eine Vermuthung, welche ohne directen Beweis keinen Werth hat. Dass die Dottersubstanz des befruchteten Säugethiereies „contractil“ sei, wie nach einer

wunderbaren neuen Beobachtung REICHERT's^{1 5} die Substanz des Nahrungsdotters im befruchteten Hechtei, ist nicht wahrscheinlich; auch wäre nicht abzusehen, wie durch Contractionen derselben Rotationen der Dotterkugel zu Stande kommen sollten. Vorläufig darf überhaupt wohl auf die so selten gesehene Dotterdrehung bei Säugethieren kein hohes Gewicht gelegt werden, abgesehen davon, dass wir keine Ahnung von den Zwecken derselben haben.

¹ Das Verdienst der ersten Entdeckung des Furchungsprocesses gebührt PREVOST und DUMAS, welche ihn am Froschei beobachteten, ohne jedoch sein Wesen und seine Bedeutung zu erkennen (*Ann. de scienc. nat.* I. Ser. Tome II. pag. 110). Selbst als die Beobachtung von RUSCONI am Froschei bestätigt, an zahlreichen anderen Thiereiern wiederholt, auch am Hundeei constatirt war, wurde Anfangs noch wenig Werth darauf gelegt. J. MUELLER betonte zuerst die Wichtigkeit dieses Vorganges (*Physiol.* Bd. II. pag. 662); von da an wurde derselbe als wesentlicher allgemeiner Entwicklungsact durch zahlreiche Forschungen erwiesen, seine Natur genauer erforscht. Die wichtigsten Arbeiten über den Furchungsprocess sind folgende: v. BAER, *MUELLER'S Arch.* 1834 pag. 480; BISCHOFF, *Entw. des Kanincheneies*, pag. 61; BERGMANN, *die Zerklüftung und Zellenbildung im Froschdotter*, *MUELLER'S Arch.* 1841, pag. 89; BAGGE, *de evol. Strongyli auric. et Ascar. acum.* Diss. Erlangen 1841; VOGT, *Unters. über d. Entw. der Geburtshelferkröte*, Solothurn 1842; RATHKE, *Frör. Notizen*, 1842, No. 517; KOELLIKER, *Beitr. zur Entw. wirbelloser Thiere*, *MUELLER'S Arch.* 1843, pag. 68, REICHERT, *über d. Furchungsproc. der Batrachiereier*, *MUELLER'S Arch.* 1841, pag. 523; *der Furchungsproc. u. die sogenannte Zellbildung um Inhaltsportionen*, ebendas. 1846, pag. 196; WITTICH, *die Entstehung des Arachnideneies im Eierstock*, ebendas. 1849, pag. 111; REMAK, *über d. Rhythmus d. Furchungen im Froschei*, *MUELLER'S Arch.* 1851, pag. 495, *Unters. u. s. w.* pag. 126. — ² REMAK, *über extracell. Entst. thier. Zellen u. über Vermehrung ders. durch Theilung*, *MUELLER'S Arch.* 1852, pag. 47 (*Frör. Tagesber.* 1851 October) u. *Unters.* pag. 164. — ³ J. MUELLER, *Monatsber. d. Berl. Akad.* 1852, pag. 640. — ⁴ Die Hypothesen über die Schicksale des sich auflösenden Keimbläschens sind sehr zahlreich. So glaubte MARTIN BARRY direct die Entstehung endogener secundärer und tertiärer Zellengenerationen in ihm beobachtet zu haben; LOVÉN (*MUELLER'S Arch.* 1848, pag. 531) war es besonders, welcher jene neben den Furchungskugeln häufig erscheinenden kleinen hellen Kügelchen als die Producte des Keimbläschens ausgab, u. s. f. — ⁵ Ein vortreffliches Bild des Furchungsprocesses beim Froschei (und der weiteren Entwicklung) geben die sauberen und treuen Wachspräparate, welche Herr Dr. ZIEGLER in Freiburg nach ECKER's Darstellungen in den *Icon. physiol.* fertigt. Da dieselben bereits an den meisten Universitäten acquirirt sind, verweisen wir auf dieselben. — ⁶ v. BAER hat für die späteren Stadien des Furchungsprocesses beim Froschei bestimmte von gewissen Aehnlichkeiten entlehnte Namen eingeführt. Die in *Fig. VII.* abgebildete, bei Zerklüftung in 64 Furchungskugeln entstehende Form des Dotters nennt v. BAER die Himbeerform; sind die Kugeln noch weiter verkleinert, so dass die Oberfläche des Dotters wie mit kleinen Erhabenheiten besetzt erscheint, so stellt dies je nach der Grösse der Erhabenheiten die Chagrin- oder Sandsteinform dar. — ⁷ Vergl. H. MECKEL v. HEMSBACH, *d. Bildung der für part. Furchung best. Eier der Vögel etc.*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. III. pag. 425. — ⁸ Vergl. REICHERT a. o. a. O. u. *Ber. über die Fortschr. der mikroskop. Anatom.* *MUELLER'S Arch.* 1854, pag. 11. — ⁹ REICHERT gründet seine Ueberzeugung von der Existenz von Membranen um die Furchungskugeln hauptsächlich auf folgende Punkte. Beim Froschei sieht man häufig von den in der Bildung begriffenen Furchen aus kurze dunkle Linien in die Segmente des Dotters ausstrahlen (ECKER, *Id.*, *Taf. XXIII, Fig. 9 f.*); diese Linien erklärt REICHERT als die optischen Ausdrücke von Falten einer in die Furchung hineingezogenen Membran. Das ist eine Hypothese, kein Beweis; mit demselben Recht kann man diese Linien für Spalten in der zähen Bindesubstanz des Dotters erklären. Zweitens stützt sich REICHERT auf die hyalinen uhrglasförmigen Säume, welche auf Wasserzusatz an den Rändern der Furchungskugeln zum Vorschein kommen, wie er meint, indem die durch endosmotische Wirkungen aufgeblähte Membran sich abhebt. Es ist schon im Text erwähnt, dass diese Säume bei weiterer Ausdehnung in Form von Tropfen sich loslösen, daher nur als vorquellende freie Bindesubstanz zu betrachten sind. Hiergegen wendet REICHERT nur ein, dass diese Tropfen jedem Anfänger bekannt wären! Und doch haben es die be-

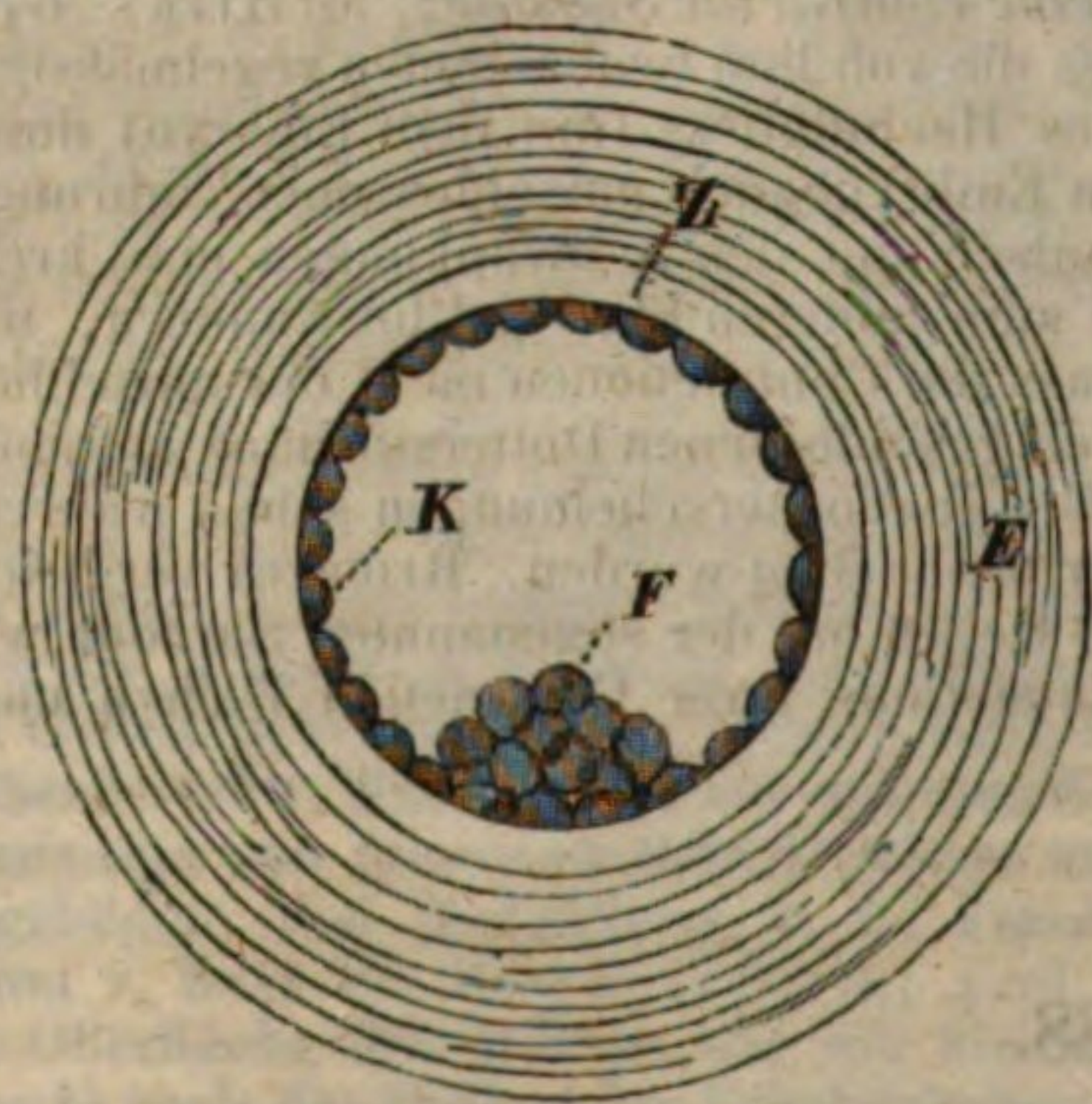
währtesten Histiologen für nicht leicht erachtet, in einem ganz analogen Falle ein bestimmtes Urtheil zu fällen, ob nämlich die an den Basen der Darmcylinderzellen auf Wasserzusatz hervorquellenden, endlich in Tropfen sich ablösenden Säume freier Zellinhalt oder von einer Membran umgeben sind. Die oben erwähnten, gegen eine Membran an den Furchungskugeln sprechenden Thatsachen, besonders die unebene Contour, das allmälige Zerfließen der Kugeln bei Anwendung von Druck, glaubt REICHERT mit der Annahme zu entkräften, dass, wo sie eintreten, die Membran bereits zerstört sei, BISCHOFF's Zeichnungen daher ebenfalls von solchen hüllenlosen, der Zerstörung anheimgefallenen Furchungskugeln entnommen seien. Das ist wiederum eine ganz willkührliche Annahme, da ganz dasselbe an jeder völlig frischen, unter den Augen entstandenen Furchungskugel des Froscheies sich beobachten lässt. Früher hat REICHERT als weiteren Beweis für die Membran noch den Umstand aufgeführt, dass die Furchungskugeln, in Spiritus erhärtet, ihre Form beibehalten, was natürlich von der Coagulation der eiweisshaltigen Zwischenflüssigkeit herrührt; diesen Beweis scheint REICHERT selbst fallen gelassen zu haben. — ¹⁰ Noch weit weniger stichhaltig, als die für die Furchungskugelmembran angeführten Gründe, sind die, welche man für die Bläschennatur ihrer Kerne vorgebracht hat. Die scharfe runde Contour derselben beweist gar nichts für eine begränzende Membran, ebensowenig ihre Resistenz gegen Druck u. s. w. Es fällt mir hierbei ein ganz ähnlicher Streit ein, welchen man über die Beschaffenheit der Pflanzenzellkerne geführt hat. NAEGELI erklärte dieselben ebenfalls durchweg für Bläschen; MOHL bemerkt mit Recht, dass, wenn man jedes bestimmt begränzte Gebilde, welches vielleicht eine etwas dichtere peripherische Schicht besitzt, ein Bläschen nennen wolle, man auch einen Schweizerkäse für ein solches erklären müsse. — ¹¹ Auch BARRY und KEBER beschreiben Rotationen des Dotters mit Hülfe von Flimmercilien im Kaninchenei; allein diese vermeintlichen Eier sind die schon oben erwähnten Schleimhautbläschen und der vermeintliche Dotter eine losgerissene Parthie von Flimmerepithelzellen (s. pag. 154). — ¹² Eine Zusammenstellung der wichtigsten Beobachtungen über die Rotation der Embryonen in den Eiern der verschiedensten Thiere findet sich bei BISCHOFF (*Kaninchenei*, pag. 58). — ¹³ REICHERT, *d. Nahrungsdotter d. Hechteies, eine contractile Substanz*, MUELLER'S Arch. 1857, pag. 46. REICHERT überzeugte sich, dass die von ihm beobachteten regelmässigen rhythmischen Hin- und Herschwankungen des Hechtdotters (mit dem Embryo) durch eine Art peristaltischer Bewegungen des vom Embryobauch umschlossenen Nahrungsdotters verursacht wurden. Er sah synchronisch mit den Schwankungen eine kreisförmige Furche in demselben von einem Pole zum anderen hin- und herwandern, und sucht aus den Erscheinungen zu beweisen, dass die Contractionen nicht der umschliessenden Bauchwand des Embryo, sondern der eingeschlossenen Dottersubstanz angehörten. Entscheidend spricht dafür, dass die Contractionserscheinungen schon während der Furchung am freiliegenden Nahrungsdotter beobachtet wurden. REICHERT vergleicht die Substanz des letzteren ihrer Contractilität wegen mit der sogenannten Sarcode wirbelloser Thiere, über deren Natur und die Entstehung ihrer Contraction freilich noch jeder genügende Aufschluss fehlt.

§. 288.

Keimblase, Fruchthof und Keimblätter. Das durch den Furchungsprocess geschaffene Baumaterial des Eies wird bei den Säugthieren nicht ohne Weiteres zur Zusammensetzung des Embryonalkörpers verwendet, sondern zunächst in bestimmter Weise zu einer Grundlage in Gestalt einer Blase geordnet und verbunden, von welcher nur ein kleiner Theil später direct zum Embryonalkörper ausgearbeitet, der grösste zu accessorischen Bildungen umgewandelt wird. In dieser Blase (der Keimblase) wird ferner, bevor der Bau des Embryo selbst beginnt, das Zellenmaterial an dem hierzu bestimmten Bauplatz, dem Fruchthof, besonders angehäuft, und in mehrere concentrische Schichten, die Keimblätter, gesondert, deren jede zur Herstellung einer functionell coordinirten Classe von Organen des Embryo bestimmt ist. Die genaue Kennt-

niss des Herganges und der Natur dieser vorläufigen Umgestaltungen im Säugethierei verdanken wir den classischen Forschungen v. BAER's, BISCHOFF's und REMAK's.

Das Säugethierei gelangt als ein maulbeerförmiges Aggregat von Furchungskugeln innerhalb der Zona in den Uterus, erhält aber hier sehr bald ein völlig verändertes Ansehen, welches fast genau dem eines reifen Eierstockeies vor der Furchung, aber nach dem Schwinden des Keimbläschens gleicht. Die Furchungskugeln scheinen sich aufgelöst zu haben, der Dotter wieder als homogene Flüssigkeit die Zonahöhle auszufüllen. Diese Auflösung der Furchungskugeln ist indessen nur scheinbar, Zusatz von Flüssigkeit zum Ei gestaltet den homogenen Dotter schnell wieder zum Furchungskugelhaufen um; das scheinbar homogene Ansehen, welches besonders auffallend beim Kaninchenei ist, rührt davon her, dass der Furchungskugelhaufen vom Centrum des Eies aus auseinandergetrieben, und sämtliche Furchungskugeln an die Wand der Zona gedrängt sind, wo sie nach Art eines Epithels geordnet, untereinander und gegen die Zona so abgeplattet sind, dass ihre noch nicht von Membranen markirten Gränzen nicht sichtbar sind. Stellt man den Focus auf die mittlere Höhle des Eies ein, so sieht man ringsherum die wandständigen Furchungskugeln nach innen halbkuglig vorspringen; an



einer Stelle, welche daher dunkler und undurchsichtiger sich ausnimmt, gewahrt man ein Häufchen unveränderter Furchungskugeln (ähnlich dem *cumulus proligerus* der *membrana granulosa* des GRAAF'schen Follikels). Ein Durchschnitt des Kanincheneies in einer Meridianebene, welche durch jenes Häufchen unveränderter Furchungskugeln gelegt würde, gäbe demnach eine Ansicht, wie in beifolgender schematischer Abbildung (*Z* Zona, *E* Eiweissumhüllung, *K* wandständige Furchungskugeln, *F* Haufen unveränderter Furchungskugeln). Ganz

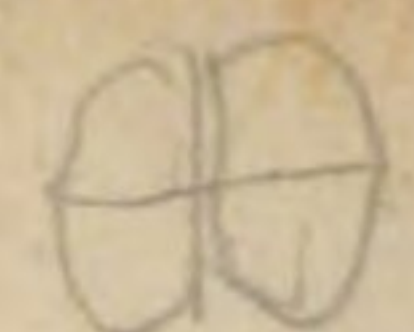
ähnlich fand BISCHOFF das Verhalten des Hundeeies. Auch in diesem werden nach der Ankunft im Uterus die vorher zu einem Haufen zusammengedrängten Furchungskugeln nach der Peripherie gedrängt, und hier zu einer der Zona concentrischen Schicht geordnet, in welcher die einzelnen Furchungskugeln nur dadurch noch unterscheidbar sind, dass je eine derselben durch ein liches Centrum und zwei bis drei dieses umgebende Ringe glänzender Dotterkörnchen markirt wird. Die dunkeln kleinsten Furchungskugeln erleiden offenbar während der in Rede stehenden wandständigen Anordnung eine Expansion, in deren Folge die ursprünglich dicht gedrängten Dotterkörnchen auseinander-rücken und in concentrischen Kreisen den hervortretenden Kern um-

geben; Zusatz von Wasser condensirt auch hier wieder den Dotter. An einer Stelle zeigt sich beim Hundeei ebenfalls ein Haufen unveränderter Furchungskugeln. Beim Ei des Meerschweinchens und des Rehes soll nach BISCHOFF eine wirkliche Auflösung der durch die Furchung hergestellten Dotterkugeln stattfinden; dieselben sollen mit Verlust ihrer Kerne wieder zu einer homogenen die Zonahöhle ausfüllenden Flüssigkeit zusammenschmelzen! Alle erdenkliche Mühe, auch bei diesen Eiern die Permanenz der Furchungskugeln in der wieder homogen erscheinenden Dottermasse nachzuweisen, sie oder ihre Kerne wieder zum Vorschein zu bringen, blieb erfolglos. Es wird BISCHOFF selbst schwer, an die factische Auflösung der Furchungskugeln, durch welche der vorhergegangene Zerklüftungsprocess zum zwecklosen Luxus herabgesetzt wird, zu glauben, um so mehr, als auch bei diesen Eiern, wie bei den anderen, alsbald an der Stelle des Dotters eine aus verwachsenen Zellen bestehende Blase gefunden wird, deren Zellen beim Kaninchen und Hunde ohne allen Zweifel, wie bei allen übrigen Thieren die Embryonalzellen, unmittelbar aus den Furchungskugeln hervorgehen. Da indessen die Beobachtungen nicht den geringsten thatsächlichen Anhalt liefern, wagt BISCHOFF nicht, auf die blosse Analogie hin auch dem Meerschweinchen- und Rehdotter in diesem Stadium persistirende, aber latente Furchungskugeln zuzusprechen, ist im Gegentheil zu dem Glauben geneigt, dass auch bei den übrigen Säugethiereiern zu einer Zeit die Furchungskugeln sich zu einer formlosen Masse, in welcher dann neue freie Zellbildung auftritt, auflösen.¹ Ich muss bekennen, dass mir BISCHOFF's Schluss aus der Analogie vollkommen unberechtigt erscheint, der entgegengesetzte aber, dass Meerschweinchen- und Reheier trotz der scheinbaren Auflösung der Furchungskugeln doch in Bezug auf deren Permanenz mit den übrigen übereinstimmen, unabweisbar. Es ist undenkbar, dass die Furchungszellen hier die unbegreifliche Ausnahme machen sollten, sich aufzulösen, um dann unmittelbar darauf durch neue aus homogenem Blastem in SCHWANN's Sinne neugebildete Zellen ersetzt zu werden! Es ist undenkbar, erstens weil dieser Fall ohne jede Analogie dastünde, zweitens weil überhaupt jede freie Zellbildung sehr zweifelhaft geworden ist; es fehlt aber auch jeder genügende Grund, diese Ausnahme anzunehmen. BISCHOFF's negative Gründe sind durchaus nicht beweiskräftig. Entweder drängen sich die Furchungskugeln in dem fraglichen Stadium wirklich so aneinander, dass jede sichtbare Abgränzung schwindet, oder was noch wahrscheinlicher ist, die von BISCHOFF untersuchten Eier waren nicht mehr normal, es waren in Folge äusserer Störungen oder innerer Zersetzung die zarten noch membranlosen Furchungskugeln nach der Entfernung aus dem lebenden Uterus wirklich aufgelöst. Für die vollständige Analogie des Verhaltens der Meerschweinchen- und Reheier in dieser Beziehung mit allen anderen Eiern sprechen gewichtige Umstände in BISCHOFF's eigenen Beobachtungen. Beim Meerschweinchenei findet sich eine fast unzweideutige Andeutung der beim Kaninchen- und Hundeei evidenten wandständigen Anordnung der Furchungskugeln; BISCHOFF beschreibt in einem Falle die Beschaffenheit der in der Spitze



des Uterus gefundenen Eier folgendermaassen: „auch hier hatte der Dotter jenes gleichförmige Ansehen, war nicht in Kugeln zerlegt, nur schien er in seinem Centrum gewissermaassen eine Höhle zu enthalten, oder die Dotterkörnchen schienen sich mehr an der Peripherie, eine durchsichtigere Substanz im Centrum der Dotterkugel angehäuft zu haben“. Beim Rehei war indessen keine Spur dieser Anordnung zu finden; weder beim Meerschweinchen-, noch beim Rehei zeigt sich eine Andeutung des späteren Fruchthofes in Form einer Anhäufung unveränderter Furchungskugeln an einer bestimmten Stelle in diesem Stadium der Entwicklung.

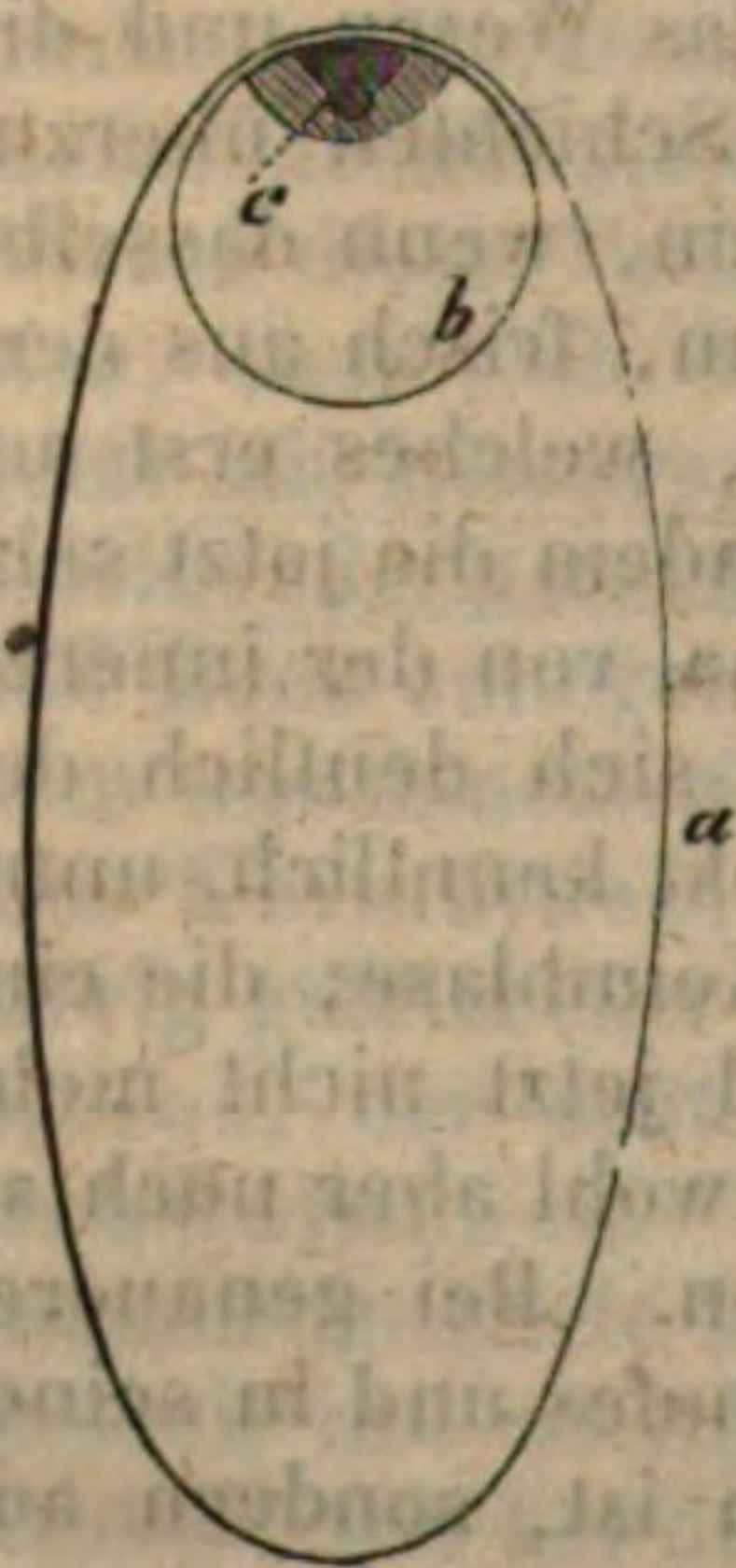
Das weitere Verhalten der vier Repräsentanten des Säugethiereies ist folgendes. Bei Kanincheneiern, welche wenige Stunden älter als die zuletzt beschriebenen sind, erscheint die Dotteroberfläche nicht mehr homogen, sondern sie zeigt eine deutliche Mosaik fünf- und sechseckiger, fest verbundener, gegeneinander abgeplatteter, ringsum an die Zona angedrückter, kernhaltiger Zellen; die innere Höhle des Eies ist von einer hellen Flüssigkeit erfüllt, an einer Stelle der wandständigen Zellschicht zeigt sich noch immer der kuglig nach innen vorspringende dunkle Haufen von Furchungskugeln. In dieser Beschaffenheit bleiben die Eichen längere Zeit, während sie ziemlich rasch durch eine Vermehrung der die Zona auskleidenden wandständigen Zellschicht wachsen, die Zona selbst aber mit der zunehmenden Ausdehnung sich mehr und mehr verdünnt, und in gleichem Maasse die ihr aufgelagerte Eiweisschicht schwindet, endlich mit der Zona nur eine einzige dünne Hülle des Eies bildet. Ganz ähnlich verhält sich das Hundeei. Auch hier fand Bischoff in zahlreichen Fällen die vorher unsichtbaren Gränzen der expandirten, aneinandergedrängten wandständigen Furchungskugeln durch zarte, aber deutliche scharfe Linien, welche eine Mosaik von fünf- und sechseckigen Polygonen bildeten, markirt; jedes Polygon schloss zwei- oder dreifache Kreise glänzender Dotterkörnchen um ein liches Centrum ein. Der Haufen unveränderter Furchungskugeln war wie vorher vorhanden, die Zona der Grössenzunahme des Eies entsprechend ausgedehnt und verdünnt. Das Wesen dieser Veränderung, der Erscheinung der Zellenmosaik ist einfach das, dass sich die an die Wand gedrängten nackten Furchungskugeln jetzt mit Membranen umgeben, und durch Verkittung ihrer überall innig aneinanderstossenden membranösen Wände eine zusammenhängende, der Zona anliegende, einfache Zellenblase gebildet haben. Diese aus den verschmolzenen Furchungszellen entstandene Blase führt den Namen der Keimblase, die an einem Theil derselben anhaftende Anhäufung übrig gebliebener Furchungskugeln stellt die erste Anlage des Fruchthofes, der späteren Baustätte des Embryo dar. Auch beim Meerschweinchen- und Rehei wird aus dem Dotter eine aus Zellen zusammengesetzte Keimblase gebildet, und in ihr ein Fruchthof angelegt, jedoch mit wichtigen Abweichungen. Anstatt dass das Meerschweinchenei, wie bei den vorhergenannten Thieren, in diesem Stadium als ein ineinandergeschachtetes Doppelbläschen, von denen das äussere als ver-



dünnte Zona structurlos ist, das innere als Keimblase aus verschmolzenen polygonalen Zellen besteht, gefunden wird, stellt es nur ein einfaches längliches, aus Zellen gebildetes Bläschen dar, besteht nur aus der nackten Keimblase. Die *zona pellucida* löst sich vollständig auf. Merkwürdig ist ferner, dass das Meerschweinchenei nicht in der Uterinhöhle verbleibt, sondern in eine Uterindrüse hineingelangt, und im Fundus derselben mit ihrem Epithel verwächst.² Auch hier entsteht ein Fruchthof, von dem sogleich weiter die Rede sein wird. Bei den bisher genannten Säugethiereiern schliesst sich die beschriebene Entstehung der Keimblase unmittelbar an das Ende des Furchungsprocesses an, ohne Stillstand ordnen und verbinden sich die Furchungszellen zur Keimblase; nicht so beim Rehei. Hier findet sich das merkwürdige Verhältniss, dass Brunst und Begattung in die erste Hälfte des Augusts fallen, die Entwicklung des Embryo aber erst Ende December beginnt. Das Ei löst sich, wie BISCHOFF zuerst erwiesen, Anfang August, wird durch den Saamen befruchtet, furcht sich, während es in wenigen Tagen den Eileiter durchläuft, und gelangt am Ende der Furchung in den Uterus, wo, wie schon erwähnt, die Furchungskugeln wieder zu einer gleichförmigen Dottermasse zu zerfliessen scheinen. In diesem Zustande, in welchem es ganz einem Eierstocksei gleicht, verharret das Rehei unverändert vier volle Monate lang, und dann erst beginnt der weitere Entwicklungsprocess: Umgestaltung des Dotters zu einer aus verwachsenen Zellen bestehenden länglichen Keimblase, Anlegung eines Fruchthofes und, in Uebereinstimmung mit dem Meerschweinchenei, im Gegensatz zum Hunde- und Kaninchenei, Auflösung der Zona.

Bald nachdem die ersten Dotterzellen zur Keimblase verbunden sind, und diese durch Wachsthum eine gewisse Grösse erreicht hat, geht eine weitere wichtige Veränderung mit dem Ei vor sich, die Sonderung der ursprünglich einfachen Keimblase in mehrere Zellenschichten, die Keimblätter. Wir beschreiben zunächst einfach die Thatsachen, wie sie sich nach BISCHOFF's Beobachtungen speciell am Säugethierei gestalten, um sodann zu einer allgemeinen Betrachtung über das Wesen und die Bedeutung dieser Spaltung des Bildungsmaterials in Schichten überzugehen. Beim Kaninchenei tritt diese Sonderung ein, wenn dasselbe eine Grösse von $1\frac{3}{4}$ ''' erreicht hat. Es erscheint dann, frisch aus dem Uterus genommen, als ein rundes hyalines Bläschen, welches erst auf Zusatz von Wasser als Doppelbläschen sich ausweist, indem die jetzt sehr dünne, structurlose äussere Eihaut, die verdünnte Zona, von der inneren Keimblase sich abhebt. An dieser Keimblase zeigt sich deutlich der Fruchthof, schon dem blossen Auge als dunklerer Punkt kenntlich, unter dem Mikroskop als eine runde verdickte Parthie der Keimblase; die einzelnen Zellen der Keimblase und des Fruchthofes sind jetzt nicht mehr durch so deutliche polygonale Contouren geschieden, wohl aber noch an den regelmässig vertheilten Zellkernen zu erkennen. Bei genauerer Untersuchung ergibt sich, dass innerhalb des Fruchthofes und in seiner nächsten Umgebung die Keimblase nicht mehr einfach ist, sondern aus einer doppelten Lage besteht, indem an ihrer Innenfläche eine geson-

derte dünne Schicht von sehr zarten Zellen sich nachweisen lässt. BISCHOFF gelang es, diese innere Schicht von der äusseren abzupräpariren; unter Umständen löst sie sich von selbst in grösserer Ausdehnung ab. Diese Sonderung der Keimblase in zwei Lagen schreitet vom Fruchthof aus gleichmässig nach allen Seiten immer weiter vor, bis endlich die ganze Keimblase aus zwei concentrischen, innig aneinanderliegenden Lagen oder Blättern besteht. Wir werden alsbald sehen, dass höchst wahrscheinlich schon um diese Zeit innerhalb des Fruchthofes eine Spaltung in drei Keimblätter vorhanden ist, während BISCHOFF die Entstehung des dritten Keimblattes erst in eine spätere Zeit verlegt. Einstweilen bemerken wir, dass BISCHOFF in Uebereinstimmung mit BAER das äussere der beiden Blätter als *animales*, das innere als *vegetatives* Blatt bezeichnet. Das Hundeei verhält sich dem Kaninchenei in Betreff der Spaltung der Keimblase in *animales* und *vegetatives* Blatt völlig gleich; ebenso fand BISCHOFF im Anfange des Januar die Reheier als zarte (15 Mm. lange und 2,5 Mm. breite) Bläschen, deutlich aus zwei zelligen Blättern bestehend; das dickere äussere Blatt zeigte runde Zellen mit feinkörnigem Inhalt und Fetttropfen, die innere zartere Lage undeutlichere, mehr polygonale Zellen, welche erst auf Zusatz von Essigsäure einen Kern hervortreten liessen. Es geht aus dieser abweichenden Constitution beider Blätter hervor, dass ihre Sonderung nicht eine einfach mechanische ist, sondern mit einer inneren Differenzirung des Keimblasenmaterials Hand in Hand geht, oder von ihr ausgeht. Auch beim Meerschweinchenei scheidet sich eine animale von einer vegetativen Zellenlage, aber mit wunderbaren Abweichungen in Bezug auf Gestalt und Anordnung der beiden Blätter. Wir deuteten schon an, dass dasselbe nach Auflösung seiner Zona in eine Uterindrüse gelangt und hier sich zur Keimblase gestaltet; indem sich später an der Stelle, wo das Eichen sich befindet, die Uterinhöhle durch Verwachsung der Schleimhautwände vollständig schliesst, wird die das Eichen bergende Uterindrüse in eine geschlossene Höhle verwandelt. In derselben fand BISCHOFF das Eichen in folgender Beschaffenheit: es stellt einen länglichen Zapfen dar, welcher mit einem Ende auf dem Boden der Höhle festgewachsen ist, am anderen Ende eine kleine bläschenförmige Anschwellung trägt (s. d. Figur unten pag. 202). Bei genauerer Untersuchung stellte sich heraus, dass der Zapfen eine aus verwachsenen Zellen bestehende Blase *a*, die bläschenförmige Endanschwellung ein zweites innerhalb des Zapfens befindliches kleines Zellenbläschen *b* ist, dessen obere Hälfte der Innenseite der äusseren Blase dicht anliegt, während die untere Hälfte frei in die Höhle des Zapfens hineinragt. Das innere Bläschen zeigt an seinem Scheitel, also wo es dem äusseren anliegt, eine runde verdickte Stelle *c*, in welcher sich ein dichter, birnförmiger, centraler Theil vor der minder dichten



Peripherie auszeichnet. Der gesammte Zapfen ist das Ei, d. h. die nackte Keimblase, die beiden ineinander geschachtelten Bläschen sind die Keimblätter, aber, wie die späteren Umgestaltungen unzweifelhaft lehren, in umgekehrter Lagerung, wie bei den übrigen Säugethiereiern. Das äussere längliche Bläschen ist das BISCHOFF'sche vegetative Blatt, das innere, endständige, runde Blatt mit dem Fruchthof *c* ist das BISCHOFF'sche animale Blatt. Während beim Kaninchen- und Hundeei das vegetative Blatt zunächst als scheibenförmige Membran am Fruchthof von der Innenseite des animalen Blattes sich ablöst, und erst allmählig die ganze Blase des letzteren innerlich umwächst, ist beim Meerschweinchenei das vegetative Blatt von Anfang eine geschlossene Blase und das animale Blatt entsteht an der Innenseite derselben an einem ihrer Pole als geschlossenes Bläschen. Wir werden alsbald die Beweise für die Richtigkeit dieser Deutung der beiden Bläschen des Meerschweincheneies in der entsprechenden Umkehr der Bildungs- und Lagerungsverhältnisse der Embryonalanlage beibringen.

Beim Meerschweinchenei fehlt eine äussere Eihaut, ebenso beim Rehei; beim Kaninchen- und Hundeei dagegen ist die Keimblase von einer solchen, d. h. von der verdünnten und ausgedehnten Zona umschlossen. Ob beim Kaninchenei die auf die Zona abgelagerte, während des Wachstums allmählig wieder schwindende Eiweissumhüllung in die Bildung der äusseren Eihaut mit eingeht, oder ob sie durch die Zona hindurch dem Dotter als erste Nahrung zugeführt wird, wie die Eiweissumhüllung des gelben Vogeldotters, ist durch directe Beobachtungen noch nicht entschieden. Während die Keimblase in ihre Blätter sich spaltet, entstehen auf der äusseren Eihaut die ersten Andeutungen der später eine wichtige Rolle spielenden Zotten in Form kleiner unregelmässiger, zackiger Anhänge, welche Anfangs nach BISCHOFF aus einem amorphen Blastem mit eingestreuten Molecularkörnchen bestehen, später erst durch (freie?) Zellenentwicklung in diesem Blastem eine Structur erhalten. So lange diese Zotten noch klein und wenig verzweigt sind, ertheilen sie der Oberfläche der äusseren Eihaut ein sammtartiges Ansehen; beim menschlichen Ei erreichen sie, indem jede zu einem vielfach verzweigten Bäumchen auswächst, eine solche Mächtigkeit, dass dessen äussere Haut einer mit Moos dicht bewachsenen Fläche (*Chorion frondosum*) gleicht. Ihre Entstehung ist auf eine Blastemablagerung von aussen, nicht auf ein Auswachsen der äusseren Eihaut selbst zurückzuführen.

Menschliche Eier sind aus diesem Stadium nicht bekannt; da indessen die späteren Verhältnisse derselben mit voller Sicherheit schliessen lassen, dass sie sich in allen bisher erörterten Beziehungen dem Kaninchen- oder Hundeei vollkommen analog verhalten, geben wir schliesslich einen schematischen Durchschnitt des Kanincheneies nach vollendeter Trennung



der Keimblätter. *E* bedeutet die mit den Zottenanfängen besetzte äussere Eihaut, durch Wasserzusatz von der Keimblase abgehoben; *A* das BISCHOFF'sche animale, *V* das vegetative Blatt der Keimblase, *F* die den Fruchthof darstellende Verdickung.

Gehen wir nun zu einer allgemeinen Erörterung des in Rede stehenden Entwicklungsvorganges über.⁵ Die Spaltung des aus der Furchung hervorgegangenen Baumaterials in mehrere Zellschichten, Blätter, ist der wesentliche Grundzug des Entwicklungsplanes aller Wirbelthiere. Es ist ein Vorgang von tiefer, durchgreifender Bedeutung für das ganze Entwicklungsleben des Eies, insofern diese erste Differenzierung des Bildungsmaterials den Zweck hat, gesonderte Unterlagen und gesonderte Baustätten für verschiedene physiologisch und theilweise histiologisch coordinirte Organensysteme zu schaffen, z. B. das Material, aus welchem die zelligen Drüsengewebe hervorgehen, von demjenigen, welches die Organe des motorischen Systems liefert, sowie von dem, welches die Grundlage der Oberhaut mit ihren Bedeckungen bildet, zu sondern. Es vereinfacht diese Sichtung die Entwicklung, sowohl die Anlage als den Ausbau der zusammengesetzten Glieder des Organismus in wunderbarer Weise, wie die specielle Verfolgung des Schicksals der einzelnen Keimblätter zur Evidenz zeigen wird. Die Entdeckung der Thatsache, dass die fragliche Spaltung der Keimzellenmasse in mehrere und zwar drei Blätter stattfindet, ist alt, sowie auch die Ahnung ihrer Bedeutung für die Entwicklung allein das volle Verständniss derselben, d. h. die sichere Erkenntniss der speciellen Schicksale der Keimblätter, die objective Zurückführung aller Gestaltungen der Eientwicklung auf bestimmte Umwandlungen dieser Blätter ist noch immer nicht erreicht, wenn auch in neuerer Zeit in einer Weise angebahnt, welche die baldige endgültige Lösung der Aufgabe erwarten lässt. Das Verdienst, die Spaltung in Keimblätter entdeckt zu haben, gebührt PANDER, welcher bei seinen trefflichen Untersuchungen über die Entwicklung des Hühnereies zuerst die Zerlegung der aus den Furchungszellen zusammengesetzten Keimscheibe in drei Blätter nachwies. Er nannte das obere (oder äusserste) Blatt das seröse und betrachtete es als Grundlage aller Organe des sogenannten animalen Systems, d. h. des Nervensystems, des centralen wie des peripherischen, der willkürlichen Muskeln und des Knochenskeletts; das unterste der drei Blätter nannte er Schleimblatt, und betrachtete es als Grundlage der gesamten Darmwand mit den anhängenden Drüsen, während er aus dem mittleren, nach seiner Ansicht erst nachträglich sich abgränzenden Blatt, dem Gefässblatt, die Mesenterialorgane und Gefässe hervorgehen liess. Diese Beobachtungen und Annahmen erhielten zuerst Bestätigung und weitere Ausbildung durch die classischen embryologischen Untersuchungen von BAER's. Obwohl seine speciellen Beobachtungen über die weiteren Veränderungen der Keimblätter und deren Antheil an der Bildung der verschiedenen Organe und Systeme in einigen Punkten von PANDER's Ansicht abweichen, hält er doch im Wesentlichen die PANDER'sche Keimblatttheorie aufrecht; er bezeichnet das oberste Keimblatt, PANDER's seröses Blatt, als animales

Blatt, weil er es mit PANDER als Grundlage der Organe des animalen Systems betrachtet. Die speciellen Abweichungen der BAER'schen Ansicht über die Bestimmungen der beiden anderen Keimblätter, des mittleren Gefässblattes und des unteren Schleim- oder vegetativen Blattes, können wir hier, ohne vorzugreifen, nicht erörtern. Nur so viel, dass BAER auch dem mittleren Blatt, dem Gefässblatt, einen Antheil an der Bildung der Darmwand und der Drüsen zuschrieb, auch schon eine spätere von dem mittleren Blatt sich abspaltende obere Schicht an der Bildung der Rumpfwand theilnehmen liess. BISCHOFF hat die PANDER-BAER'sche Blättertheorie vollständig adoptirt und in ihrem Sinne die von ihm in vollendeter Weise erforschten Entwicklungsvorgänge des Säugethiereies gedeutet. Es bedarf keiner vorläufigen Skizze des BISCHOFF'schen Schemas, wir verweisen auf die folgende specielle Darstellung. In gleicher Weise schlossen sich RATHKE und überhaupt die meisten Embryologen der PANDER'schen Lehre an. Dagegen entstanden von anderer Seite her, auf neue gründliche Studien der Entwicklung basirt, zwei neue Blättertheorien, welche nicht als Modificationen der PANDER-BAER-BISCHOFF'schen gelten können, sondern wesentlich sowohl von diesen als untereinander in den wichtigsten Punkten abweichen; es sind dies die Theorien von REICHERT und REMAK. Die Grundlage derselben ist keine andere, es ist dieselbe unzweifelhaft constatirte Spaltung der Keimzellenmasse in drei Schichten oder Blätter; grundverschieden aber ist bei REICHERT wie bei REMAK die Interpretation der Bedeutung, der Entwicklungsschicksale dieser drei Blätter, wie wir vorläufig nur flüchtig andeuten können. REICHERT benennt das oberste der Keimblätter, welches also dem serösen oder animalen entspricht: Umhüllungshaut; dieselbe nimmt nach seiner Anschauung, wie schon der Name andeutet, an der Bildung des Embryo gar keinen Antheil, fungirt nur als vergängliche Hülle um die aus den tieferen Keimschichten entstehenden Gebilde. Unter dieser Umhüllungshaut entsteht nach REICHERT selbständig seine sogenannte Medullarplatte, d. h. eine zur Bildung des Centralnervensystems bestimmte, keinem besonderen Blatte angehörige Zellenmasse. Das zweite, mittlere Keimblatt, die intermediäre Schicht REICHERT's, stellt nach ihm die Uranlage aller wesentlichen Organe und Systeme des Embryo dar; er lässt aus demselben die Wirbelsäule, die Rumpfwandungen, das Blutgefässsystem, und das Darmhautsystem hervorgehen. Dem untersten Blatt, dem PANDER'schen Schleimblatt, erkennt er blos die Bildung des Epithelialüberzugs des Nahrungsrohres zu. Die Grundzüge der REMAK'schen Blättertheorie sind folgende: Das Furchungsmaterial sondert sich in drei Schichten, zunächst nur in zwei, ein oberes und unteres Keimblatt, von denen jedoch das untere noch vor Beginn der Embryonalanlage sich wiederum in zwei Lagen scheidet. Diesen drei Blättern hat REMAK folgende ihren wesentlichen Bestimmungen entlehnte Namen gegeben: das obere heisst das Sinnesblatt (sensorielles Blatt), das mittlere das motorisch-germinative (motorisch-sexuelle), das unterste das Drüsenblatt (Darmdrüsenblatt, trophisches Blatt). Das obere sensorielle Blatt (entsprechend PANDER's serösem, BAER's

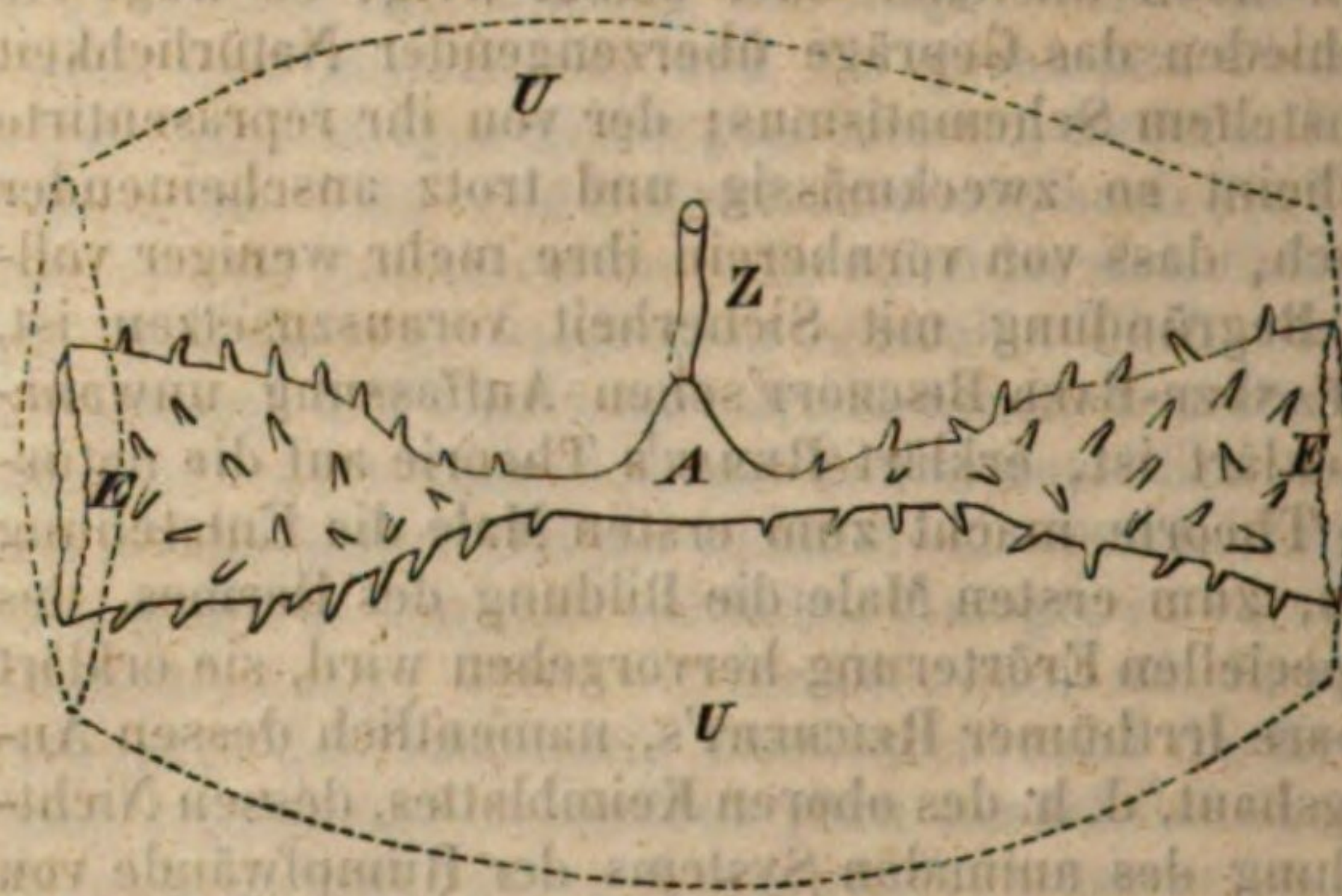
animalem Blatt, REICHERT's Umbüllungshaut) bildet nach REMAK aus sich das Centralorgan des Nervensystems, Rückenmark und Gehirn, mit letzterem dessen Ausstülpung das Auge, ferner das Labyrinth, die Nasenhöhlen und Mundhöhle, und die gesammte Oberhaut des Körpers mit den ihr angehörigen Bildungen, Haaren, Federn, Nägeln, aber auch ihren Drüsen, den Talg- und Schweissdrüsen; auch die Thränendrüsen gehören dem oberen Keimblatt an. Es scheidet sich dieses obere Blatt in einen zum Medullarrohr werdenden centralen Theil und einen peripherischen zur Bildung der Oberhaut verwendeten, von REMAK „Hornblatt“ benannten. So wunderlich auf den ersten Blick die Entstehung des Centralnervensystems und der himmelweit verschiedenen Oberhaut mit ihren Anhängen aus gemeinschaftlicher Anlage, so verständlich wird diese Zusammenfassung, wenn wir die Oberhaut mit ihren Anhängen als Hilfswerkzeuge des Tastsinnes betrachten, und die Entstehung aller übrigen Sinnesorgane aus demselben Blatt berücksichtigen. Das mittlere motorisch-germinative Keimblatt (entsprechend PANDER's Gefässblatt) liefert hauptsächlich die Organe der willkürlichen und unwillkürlichen Bewegung, und daneben die Geschlechtsdrüsen, sowie gewisse Blutdrüsen. Sein Achsentheil bildet nach REMAK das sogenannte Urwirbelsystem, aus welchem nicht allein die knöcherne Wirbelsäule, sondern auch das System der dazu gehörigen Muskeln und Nerven (Spinalnerven), sowie die Rippen als Fortsätze der Wirbel mit ihren Muskeln und Nerven entstehen. Der peripherische Theil dieses Blattes liefert die Hautplatten des Rumpfes und wahrscheinlich die Extremitäten mit ihren Muskeln, Knochen, motorischen und sensiblen Nerven als Auswüchse, andererseits die musculösen Wände des Darmes und die faserigen gefässhaltigen Wände der durch Ausbuchtung des Darmes entstehenden Drüsen; es bildet ferner aus einem besonders sich abgränzenden Theil die Geschlechtsdrüsen, Nebennieren, Netz und Lymphdrüsen, endlich das sympathische Nervensystem. Die Gefässe, deren Bildung in diesem Blatt die PANDER'sche Benennung Gefässblatt veranlasst hatte, gehören zwar hauptsächlich dem mittleren Keimblatt an, allein erstens besitzt auch der Achsentheil des oberen Keimblattes nach REMAK wahrscheinlich das Vermögen, Gefässe zu bilden, zweitens erscheint die Gefässbildung als ein untergeordnetes Moment neben den übrigen wesentlichen Leistungen des Blattes, der Bildung der Muskeln und Nerven, welche weit eher den Namen animales Blatt rechtfertigen würden, wenn ihm nicht auch entschieden vegetative Bildungen zukämen. Das unterste Keimblatt endlich, REMAK's Drüsen-, Darmdrüsen- oder trophisches Blatt liefert erstens das Epithelrohr des Nahrungskanales mit seinen Drüsen, zweitens das eigentliche Drüsengewebe der Anhangsdrüsen des Darmes, Lungen, Schleimdrüsen der Bronchien, Pankreas, Leber, Nieren und endlich als „Abschnürungsdrüsen“: Schilddrüse und Thymus.

Soweit diese vorläufig flüchtige Skizze der verschiedenen Blättertheorien als Unterlage zu einer Kritik, welche wir ihrer Verwendung zur folgenden Darstellung des Entwicklungsplanes des Eies nothwendig vorausschicken müssen. Fragen wir, welche derselben die richtigste ist,

so kann jetzt meines Erachtens die Entscheidung zu Gunsten der REMAK'schen Lehre kaum mehr zweifelhaft sein. Sind auch einzelne Glieder derselben noch unsicher oder selbst irrig, so trägt sie doch im Ganzen entschieden das Gepräge überzeugender Natürlichkeit und Freiheit von erkünsteltem Schematismus; der von ihr repräsentirte Entwicklungsplan erscheint so zweckmässig und trotz anscheinender Complicirtheit so einfach, dass von vornherein ihre mehr weniger vollständige thatsächliche Begründung mit Sicherheit vorauszusetzen ist. Alles, was nach der PANDER-BAER-BISCHOFF'schen Auffassung unwahrscheinlich oder unaufgeklärt ist, erklärt REMAK's Theorie auf die natürlichste Weise; REMAK's Theorie macht zum ersten Male die Entstehung der Drüsen verständlich, zum ersten Male die Bildung des Darmes, des Amnion, wie aus der speciellen Erörterung hervorgehen wird, sie erklärt ferner gewisse unläugbare Irrthümer REICHERT's, namentlich dessen Annahme einer Umhüllungshaut, d. h. des oberen Keimblattes, dessen Nichtbetheilung an der Bildung des animalen Systems der Rumpfwände von REICHERT zuerst richtig erkannt, dessen Umwandlung in die Oberhautgebilde aber von ihm verkannt wurde. Wenn ich trotz dieser Ueberzeugung von der Richtigkeit der REMAK'schen Theorie dennoch dieselbe der Schilderung der Entwicklungsvorgänge nicht ausschliesslich zu Grunde lege, sondern sogar in erster Linie das alte Schema von animale, Gefäss- und vegetativem Blatt verwende, so geschieht dies erstens, weil die classischen Untersuchungen BAER's und BISCHOFF's über die Entwicklung des Säugethiereies, deren hoher Werth durch die Irrthümer in der Auffassung der Blätter nicht im Mindesten beeinträchtigt wird, durchweg auf der PANDER'schen Lehre fussen, und zweitens, weil dem Anfänger, für welchen dieses Lehrbuch bestimmt ist, das Eindringen in das Verständniss der Eientwicklung an der Hand der einfacheren PANDER'schen Blättertheorie im Allgemeinen leichter wird, als bei ihrer Darstellung nach REMAK's weit complicirterer Theorie. Dem über letztere gefällten Urtheil glaube ich dagegen genügend Rechnung zu tragen, wenn ich bei allen wesentlichen Phasen der Eientwicklung eine Parallele in ihrem Sinne nebenherführe, die betreffenden Gestaltungen des Eies in ihre Sprache übersetze.

¹ Vergl. BISCHOFF, *Entw. d. Rehes*, pag. 12. — ² Die merkwürdige Lagerung des Meerschweineiees nach der Bildung der Keimblase erhellt aus umstehender BISCHOFF'scher Zeichnung (*Entw. des Meerschweineiees*, Taf. II, Fig. 17—23). Der Uterus zeigt regelmässig durch eine bauchige Verdickung *U* die Stelle, wo sich das Eichen befindet, an. Schneidet man ihn an dieser Stelle vorsichtig auf, so gelingt es, den Epithelialüberzug der Schleimhaut dieser Parthie als zusammenhängenden Schlauch abzuziehen. Die so erhaltene Epithelröhre *EE* zeigt auf ihrer Aussenseite, mit welcher sie vorher der Schleimhaut anlag, zahlreiche zottenartige Anhänge, das sind die herausgezogenen Epithelialauskleidungen der Uterindrüsen. An der Stelle, welche dem grössten Durchmesser der bauchigen Anschwellung des Uterus entspricht, ist die Epithelialröhre beträchtlich verengt, in der Mitte der Verengerung an der Seite, welche der Mesenterialanheftung des Uterus gegenüberliegt, trägt dieselbe eine kegelförmige Ausbuchtung *A*, an deren Spitze ein länglicher Zapfen *Z* mit bläschenförmiger Endanschwellung, das Eichen, sitzt. Später schliesst sich die Uterinhöhle bei *A* gänzlich, indem die Schleimhautwände an der verengten Stelle zusammenwachsen; dann liegt das zapfenförmige Eichen in einer geschlossenen Höhle in der wulstförmigen Verdick-

ung der Uterinwand. — ³ Vergl. über die Keimblättertheorien: PANDER, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Ei*, Würzburg 1817; v. BAER, *über Entwicklungsgeschichte der*



Thiere, Königsberg 1828 (Bd. I), 1837 (Bd. II); BISCHOFF in seinen verschiedenen schon citirten Werken; REICHERT, *das Entwicklungsleben im Wirbelthierreich*, Berlin 1840; *Beitr. zur Kenntniss des Zustandes der heut. Entwicklungsgeschichte*, Berlin 1843, u. *Monatsber. d. Berlin. Akadem.* 1842, pag. 220, ferner die Darstellung der REICHERT'schen Lehre in J. MUELLER's *Phys.* Bd. II. pag. 671 u. 688; REMAK, *Monatsber. d. Berliner Akadem. d. Wissensch.*,

Oct. 1848. MUELLER's *Arch.* 1854, pag. 75: *Unters. über die Entw. d. Wirbelthiere*, Berlin 1852—1855.

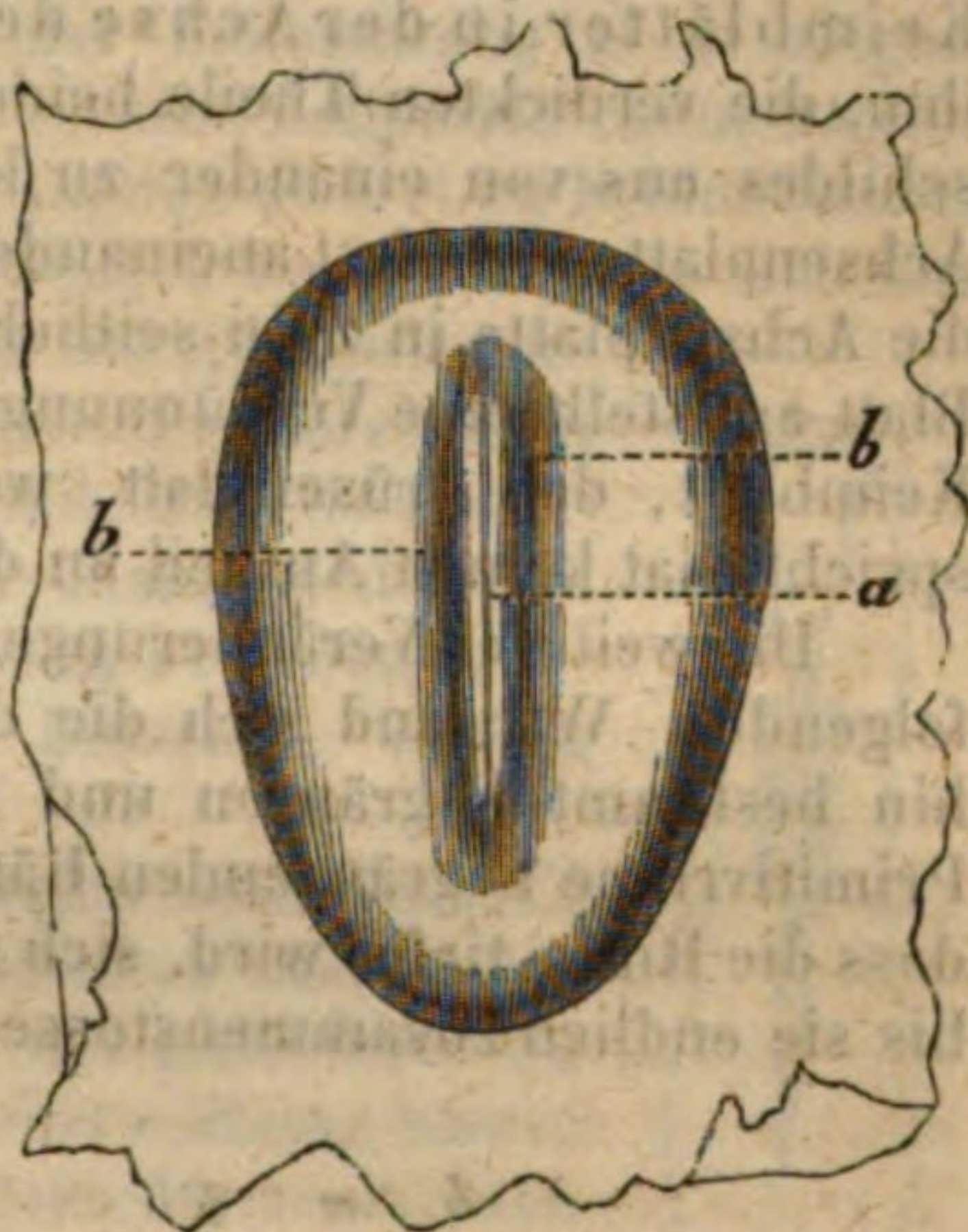
VERÄNDERUNGEN DES EIES WAHREND DER EMBRYONALENTWICKLUNG.

§. 289.

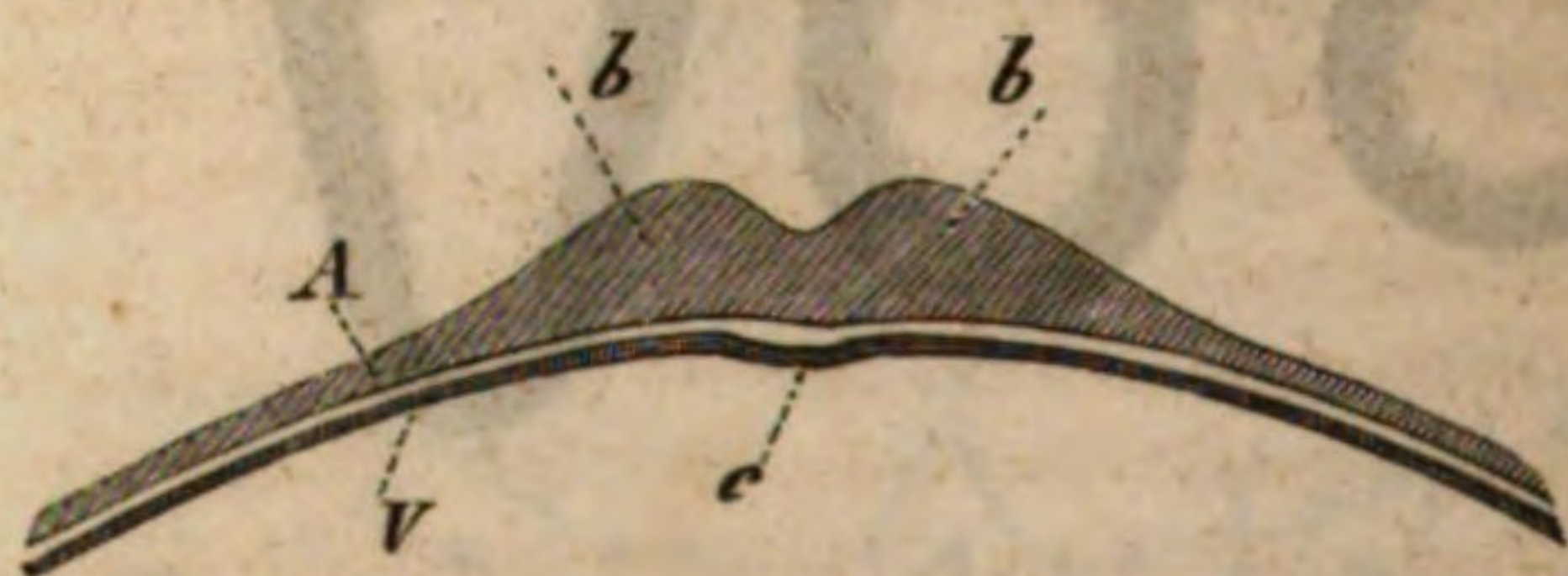
Erste Anlage des Embryo. Nachdem die aus den Furchungskugeln (d. i. aus dem zerklüfteten Dotter) hervorgegangenen Zellen des Säugethiereies sich zur Keimblase geordnet und verbunden, in dieser sich in mehrere concentrische Schichten, die Keimblätter, geschieden und im sogenannten Fruchthof sich in grösserer Anzahl angehäuft haben, nachdem die so beschaffene Keimblase durch starke Vermehrung ihrer Zellen rasch eine bestimmte Grösse erreicht hat, beginnt im Fruchthof der Aufbau des Embryo, und zwar im Säugethiereie auf dieselbe Weise, wie in den Eiern aller übrigen Wirbelthiere. Unserem Plan gemäss lassen wir zunächst die Beschreibung der thatsächlichen Erscheinungen und ihre Auslegung nach der Blättertheorie von BAER und BISCHOFF folgen. Der bisher gleichförmig dunkel erscheinende runde Fruchthof des Kaninchen- und Hundeeies, an die wir uns zunächst halten, hellt sich in seinem Centrum auf, indem eine relativ beträchtlichere Vermehrung der Zellen an seiner Peripherie eintritt, jedoch nach BISCHOFF nur im äusseren animalen Blatt, während im vegetativen der Fruchthof nach wie vor sein gleichförmiges Ansehen behält. Hierauf erleidet derselbe eine Gestaltsveränderung, wird zunächst oval, sodann schwach birnförmig. Nachfolgende Abbildungen erläutern diese allmäligen Veränderungen des Fruchthofes.



Hierauf erscheint in der Längsachse des hellen Centrums des Fruchthofes eine zuerst von BAER am Vogelei entdeckte und am Säugethierei bestätigte längliche schildförmige Erhebung *bb* als erste Spur des Embryo, und bald darauf wiederum in der Längsachse dieses Schildes ein schmaler Längsstreifen *a*, Primitivstreifen, *nota primitiva* genannt. Dieser Primitivstreifen wird von BISCHOFF in Abrede gestellt, indem BISCHOFF sich überzeugt zu haben glaubt, dass das, was BAER als einen erhabenen Streifen in der Achse des Schildes betrachtet habe, eine rinnenförmige Vertiefung, die Primitivrinne sei, welche beim Kaninchen sogar früher als die schildförmige Erhebung sich bilden soll. REMAK dagegen hat neuerdings die wirkliche Existenz des Primitivstreifens als eines verdickten Achsentheiles des Fruchthofes in BAER's Sinne vollkommen bestätigt, und giebt demselben den Namen Achsenplatte. Er bestätigt aber auch die Existenz der BISCHOFF'schen Rinne, indem er nachweist, dass jene Achsenplatte sich durch eine in ihrer Längsachse auftretende Rinne in zwei seitliche Hälften theilt, welche am künftigen Kopfe des Embryo bogenförmig in einander übergehen, am Schwanzende sich in den Doppelschild verlieren. Die erste Anlage des Embryo besteht demnach kurz zusammengefasst aus einer länglichen schildförmigen Erhebung in der Mitte des Fruchthofes und einem die Längsachse dieses Schildes einnehmenden, verdickten Streifen, welcher sich durch eine mittlere Längsrinne in zwei Seitenhälften sondert. Die Beziehungen dieser ersten Embryonalandeutungen zu den Keimblättern sind selbstverständlich nach den verschiedenen Blättertheorien verschieden interpretirt worden. BISCHOFF betrachtet die beschriebenen Bildungen, die Primitivrinne, wie die zu ihren beiden Seiten befindlichen Massenanhäufungen ausschliesslich als Veränderungen des oberen animalen Keimblattes ohne Theilnahme des unteren vegetativen, die Rinne als eine Verdünnung, die Doppelwülste

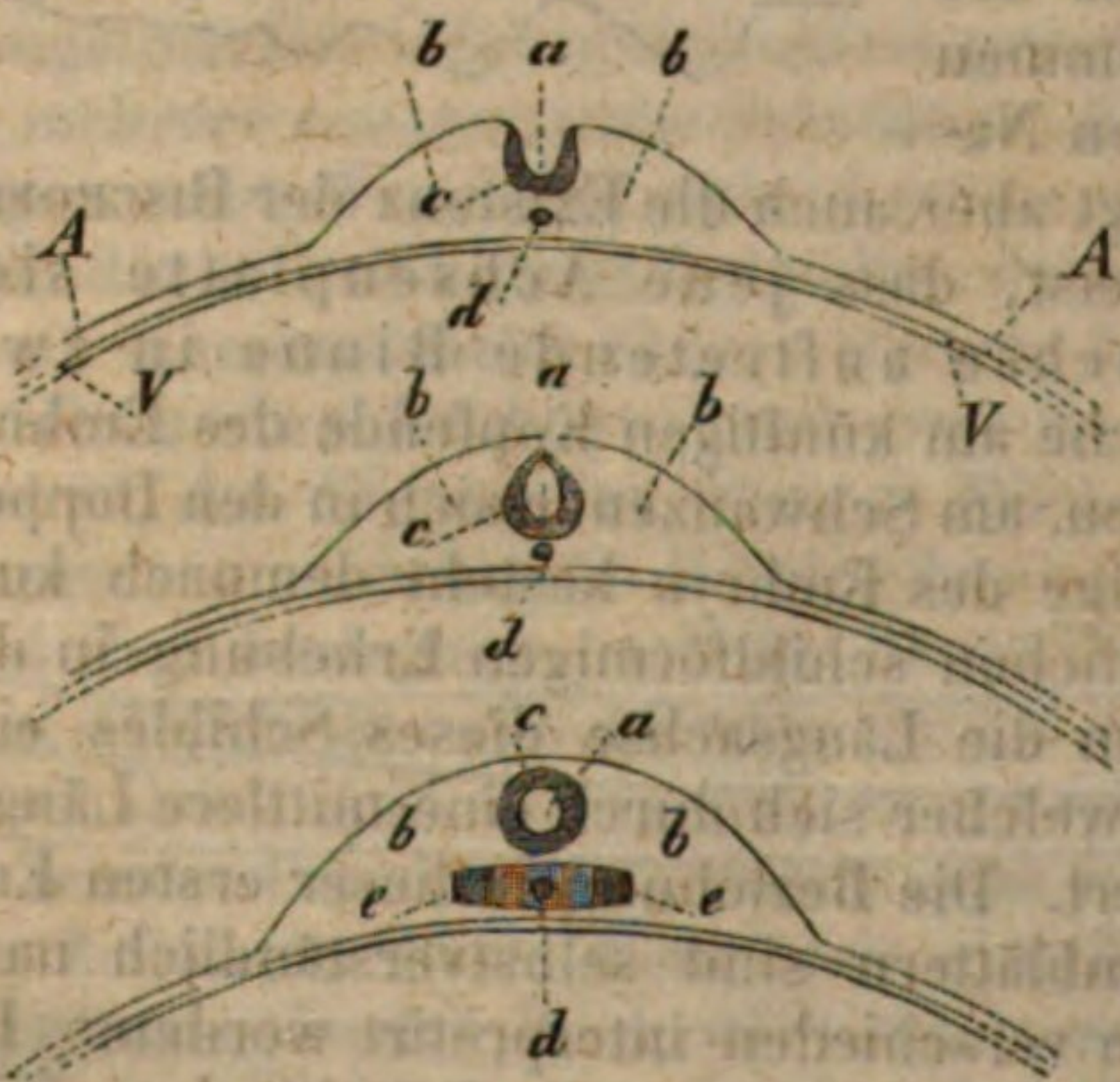


des Schildes als Verdickungen des animalen Blattes, wie beifolgender schematischer Durchschnitt lehrt. Anders verhält sich die Sache nach



REMAK, nach welchem an der Stelle des vermeintlich einfachen animalen Blattes zwei Blätter vorhanden sind. Der BAER'sche Schild ist nach REMAK ein Doppelschild, bestehend aus einer schildförmigen Verdickung seines oberen (sensoriellen) Blattes und einer entsprechenden Verdickung seines mittleren (motorisch-sexuellen) Blattes. Die Achsenplatte lässt REMAK (s. *Fig. I*, pag. 206) durch die Verwachsung dieser beiden Keimblätter in der Achse des Doppelschildes entstehen; es gelang ihm, die verdickten Theile beider Blätter von der Peripherie des Doppelschildes aus von einander zu lösen, während sie in der leistenförmigen Achsenplatte stets fest aneinander hafteten. Die Primitivrinne, welche die Achsenplatte in zwei seitliche Hälften theilt, gehört nur dem oberen Blatt an, stellt eine Verdünnung desselben dar. Das unterste REMAK'sche Keimblatt, das Drüsenblatt, welches BISCHOFF's vegetativem Blatt entspricht, hat keinen Antheil an den in Rede stehenden Bildungen.

Die weiteren Veränderungen dieser Primitivanlage sind nach BISCHOFF folgende. Während sich die dunkeln Massenanhäufungen nach aussen hin bestimmt abgränzen und sich mehr verdicken, beginnen ihre die Primitivrinne begränzenden Ränder sich mehr und mehr zu erheben, so dass die Rinne tiefer wird, sich über der Rinne gegeneinander zu wölben, bis sie endlich zusammenstossen und der ganzen Länge nach zusammen-



wachsen. Hierdurch wird, wie die folgenden schematischen Querschnitte erläutern, die offene Rinne in eine geschlossene Röhre verwandelt. Während diese allmähige Ueberwölbung der Rinne vor sich geht, zum Theil auch erst nach erfolgtem Schluss, werden die Wände der Rinne von einer eigenthümlichen, durch ihre helle glasartige Beschaffenheit ausgezeichneten Belegmasse *c* austapeziert, nach BISCHOFF wahrscheinlich nicht durch eine neue Auflage-

rung von aussen, sondern dadurch, dass die Begränzungsschicht der Rinne selbst eine Umwandlung erleidet, welche ein verändertes optisches Verhalten bedingt. Während

und nach der Schliessung ändert sich ferner die Form der Röhre, indem sie an einem (dem vorderen) Ende sich beträchtlich erweitert und drei hintereinanderliegende blasenartige Ausbuchtungen bildet, von denen die vorderste grösste sehr bald wieder zwei secundäre seitliche Ausbuchtungen treibt. Das hintere Ende der Röhre erweitert sich weniger beträchtlich zu einer rhombischen Ausbildung. Eine weitere Veränderung zeigt sich jetzt in der die Rinne oder Röhre umgebenden Massenanhäufung. Betrachtet man die Primitivrinne von oben, so sieht man in ihrer Achse einen dunkleren Streifen sich hinziehen, welcher vorn unter der letzteren der drei blasigen Ausbuchtungen mit einem dickeren Knötchen endigt, während zu beiden Seiten der Rinne an ihrem mittleren schmalen Theil kleine viereckige Plättchen paarig erscheinen, und schnell an Zahl zunehmen. Der dunkle Streifen in der Achse der Rinne ist die sogenannte *chorda dorsalis*, die Wirbelsaite, ein unter dem Boden der Rinne im animalen Blatt verlaufender Zellenstrang *d* in obigen Querschnitten. Die viereckigen Plättchen *ee* sind Zellenhäufchen, welche in gewissen Abständen von einander ursprünglich discret zu beiden Seiten der Chorda erscheinen, bald aber durch weitere Veränderungen sich um die Chorda vereinigen. Die schematischen Durchschnitte erläutern ohne Weiteres, dass die Chorda, wie die viereckigen Plättchen BISCHOFF's Ansicht zufolge ausschliesslich dem animalen Keimblatt angehören. Die Embryonanlage des Kanincheneies nimmt sich nach dem Auftreten der eben erörterten Reihe von Veränderungen nach BISCHOFF, wie in beifolgender Figur aus.¹



Sehen wir zu, wie sich diese Bildungen nach REMAK's Untersuchungen gestalten, auf REMAK's oberes und mittleres Keimblatt vertheilen. Die Bildung der geschlossenen Röhre, welche BISCHOFF durch allmälige Ueberwölbung seiner Primitivrinne von den angränzenden Rändern der verdickten Wälle des animalen Blattes zu Stande kommen lässt, besteht nach REMAK darin, dass die zu beiden Seiten der Primitivrinne befindlichen Hälften desjenigen Theiles der Achsenplatte, welcher dem oberen Keimblatt angehört, sich mit ihren Aussenrändern erheben, dadurch zwischen sich einen nach oben offenen Halbkanal, die Rückenfurche, in deren Achse die Primitivrinne verläuft, bilden, sich mehr und mehr nach oben herumkrümmen, endlich mit ihren Aussenrändern über der Primitivrinne berühren und durch eine Nath verwachsen. Die nachfolgenden schematischen Querschnitte versinnlichen diese Veränderung. In *Fig. I* besteht die Achsenplatte *AA* noch aus den zusammenhängenden verdickten Achsensichten beider Blätter *O*, *M*. In *Fig. II* beginnen die Achsenplattentheile des oberen Blattes *Mp Mp*, zwischen denen die Primitivrinne *P* sich befindet, sich zu erheben und so die Rückenfurche *R* zu bilden. In *Fig. III* ist die Schliessung vollendet. Es trennt sich also bei diesem Vorgang der dem oberen Blatt *O* angehörige Theil der Achsenplatte von dem zum mittleren Blatt *M* gehörigen, welcher in der Ebene der Keimblase bleibt. Ersterer aus zwei Hälften

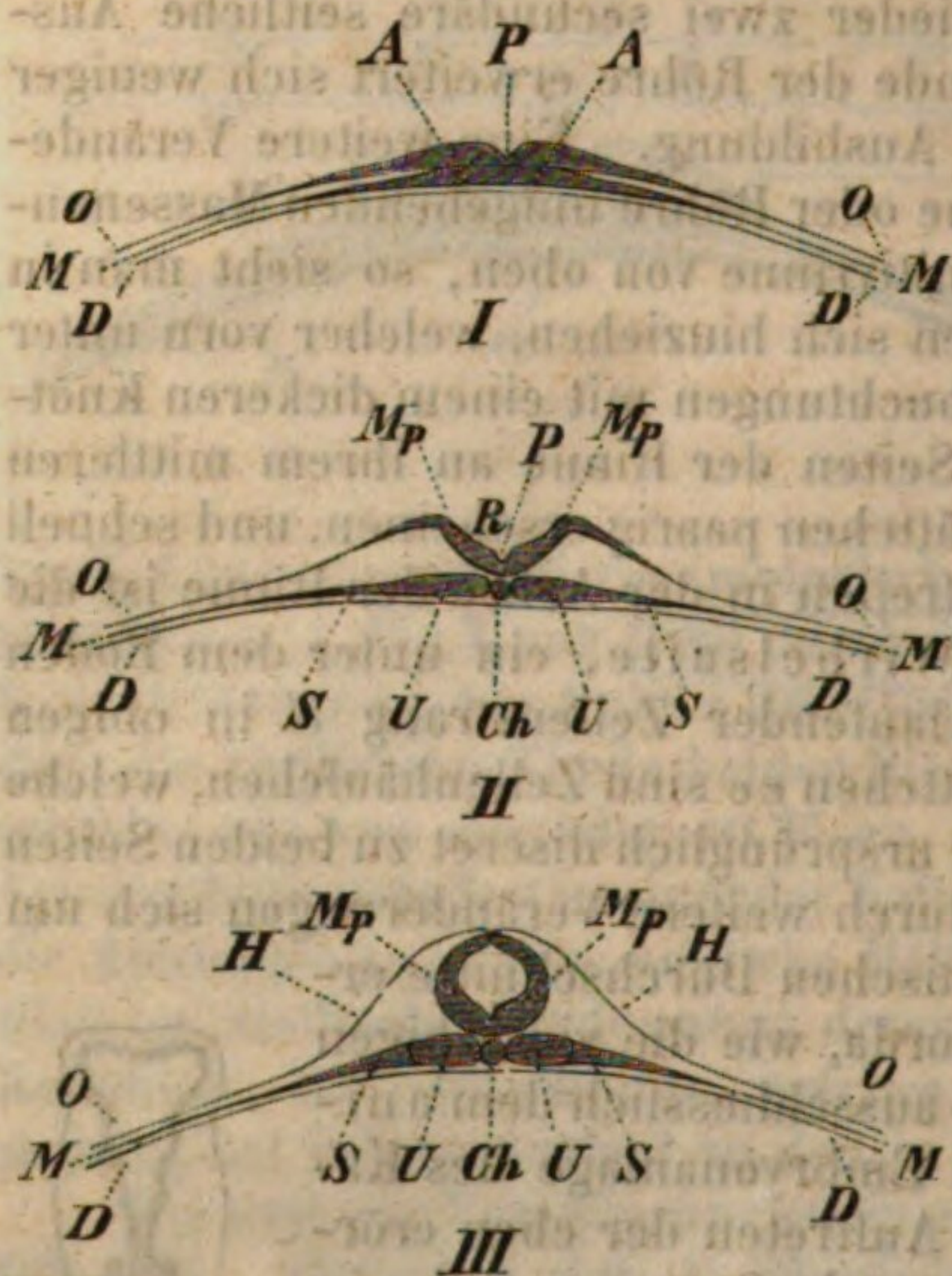
(zu beiden Seiten der Primitivrinne) REMAK den Namen Medullarplatten

zusammengesetzte Theil hat von (seiner späteren Verwendung entsprechend) erhalten. Diese Medullarplatten *Mp Mp* gehen an ihren Aussenrändern continuirlich in den peripherischen Theil des oberen Keimblattes über; mit anderen Worten: es trennt sich das obere Keimblatt in einen Centraltheil, die zur Röhre sich schliessenden Medullarplatten, und einen peripherischen Theil, das Hornblatt *H* von REMAK benannt. Die Unterschiede dieser REMAK'schen Darstellung der Bildung des Medullarrohrs von der BISCHOFF'schen liegen klar zu Tage. Die Medullarplatten REMAK's entsprechen der Belegmasse, welche BISCHOFF an der Wand seiner Primitivrinne sich differenziren lässt; BISCHOFF lässt die Primitivrinne selbst zum Kanal des geschlossenen Rohres sich umwandeln, REMAK durch die Erhebung

seiner Medullarplatten über und neben der Primitivrinne die Rückenfurche, die sich zum Kanal schliesst, sich bilden. Nach BISCHOFF ist die geschlossene Röhre ringsum von der soliden Masse seines animalen Keimblattes begränzt; nach REMAK kommt die Röhre durch Ablösung des oberen Keimblattes vom mittleren zu Stande, die Wand der Röhre ist der Achsentheil des oberen Keimblattes (BISCHOFF's sogenannte Belegmasse) selbst. Dagegen stimmt die Ansicht von REICHERT über die Bildung des Medullarrohrs im Wesentlichen mit der REMAK'schen überein; REICHERT hat vor REMAK die Bestimmung der zu beiden Seiten der Primitivrinne befindlichen Streifen, das Medullarrohr durch Zusammenwölbung zu bilden, richtig erkannt, und diese Streifen, *bb* der beistehenden Figur, Urhälften des Centralnervensystems genannt, da, wie wir

gleich sehen werden, die Wände der geschlossenen Röhre sich in die Substanz des Rückenmarks und Gehirns umwandeln. REICHERT weicht nur insofern von REMAK ab, als er diese Urhälften

nicht als Theile des oberen Keimblattes, seiner sogenannten Umhüllungshaut, betrachtet, sondern als selbständig zwischen dieser und dem *stratum intermedium II* entstehende Gebilde, welche von der Umhüllungshaut



überzogen werden. Es giebt allerdings Gründe, welche dafür sprechen, dass REMAK's Hornblatt, wie REICHERT für seine Umhüllungshaut annimmt, nicht am Aussenrand der Medullarplatte an diese sich ansetzt, in sie übergeht, sondern die Medullarplatte selbst auf ihrer Rückenfurchenfläche überzieht und daher später den Kanal austapeziert. Ein solcher Grund ist vornehmlich die Thatsache, dass der Rückenmarkskanal (und die Hirnhöhlen), in welchen der Kanal des Medullarrohrs übergeht, mit einem Epithel ausgekleidet ist, welches als Analogon des aus dem peripherischen Theil des Hornblatts entstehenden Epithels der Oberhaut, der Mund- und Nasenhöhle erscheint, dessen Bildung daher am natürlichsten aus der Abschnürung einer die Rückenfurche auskleidenden Fortsetzung des Hornblattes sich erklären würde. Allein erstens hat REMAK bei der sorgfältigsten Untersuchung sich auf das Bestimmteste von der Abwesenheit einer solchen centralen Fortsetzung des Hornblattes, und von der beschriebenen Sonderung des oberen Keimblattes in Medullarplatten und Hornblatt überzeugt; zweitens ist die Entstehung jenes Epithels des Rückenmarkskanals aus der obersten Schicht der Medullarplatten recht wohl denkbar. Während nun das obere Keimblatt REMAK's die eben besprochenen Umwandlungen erleidet, gehen auch in der zweiten Hälfte der Achsenplatte, welche dem mittleren Keimblatt *M* angehört, gewisse Gestaltungen vor sich, und zwar die von BISCHOFF ebenfalls in sein animales Blatt verlegte Bildung der Chorda und Urwirbelplatten. In der Achse dieser Schicht erscheint unter dem Boden der Primitivrinne der Medullarplatten die Chorda als cylindrischer Strang (*Ch* obiger Durchschnitte) und trennt daher diese Schicht ebenso in zwei Seitenhälften, wie die obere Schicht durch die Primitivrinne getheilt wird: Diese beiden Seitenhälften nennt REMAK Urwirbelplatten *U*, weil sie alsbald nach ihrer Sonderung in dem Halstheil des Embryo in cubische Stückchen, die ersten Urwirbel, zerfallen. Wie das obere Blatt durch die Bildung des Medullarrohrs in den aus den Medullarplatten bestehenden centralen (Achsen-) Theil und den peripherischen des Hornblatts geschieden wird, so ist nun auch das mittlere Keimblatt in einen centralen Theil: die Chorda mit den beiden Urwirbelplatten, und einen peripherischen Theil geschieden. Die unmittelbar an die Urwirbelplatten gränzenden Theile des letzteren bestehen aus den Resten der ursprünglichen schildförmigen Verdickung des mittleren Keimblattes und erscheinen als zwei zu beiden Seiten der Achsengebilde herablaufende verdickte Streifen, welche von REMAK den Namen Seitenplatten *SS* erhalten haben. In der Hals- und Rumpfgegend sind diese Seitenplatten von der Urwirbelplatte durch eine lichte Gränzlinie geschieden, am Kopfende dagegen hängen sie mit den Urwirbelplatten ohne Abgränzung zusammen und führen dort mit letzteren zusammen den Namen Kopfplatten. Die äusseren Ränder der Seitenplatten bezeichnen die Gränze des zur Embryobildung verwendeten Theiles des Fruchthofes, den ausserhalb gelegenen Theil des Fruchthofes (Hornblatts, mittleren Keimblatts und Drüsenblatts) nennt REMAK beim Hühnchen das Keimlager. Die Seitenplatten (und Kopfplatten) mit dem sie bedeckenden, aber nicht mit ihnen verwachsenen

Theile des Hornblattes entsprechen BISCHOFF's wallförmigen Verdickungen des animalen Blattes zu beiden Seiten des Medullarrohrs.

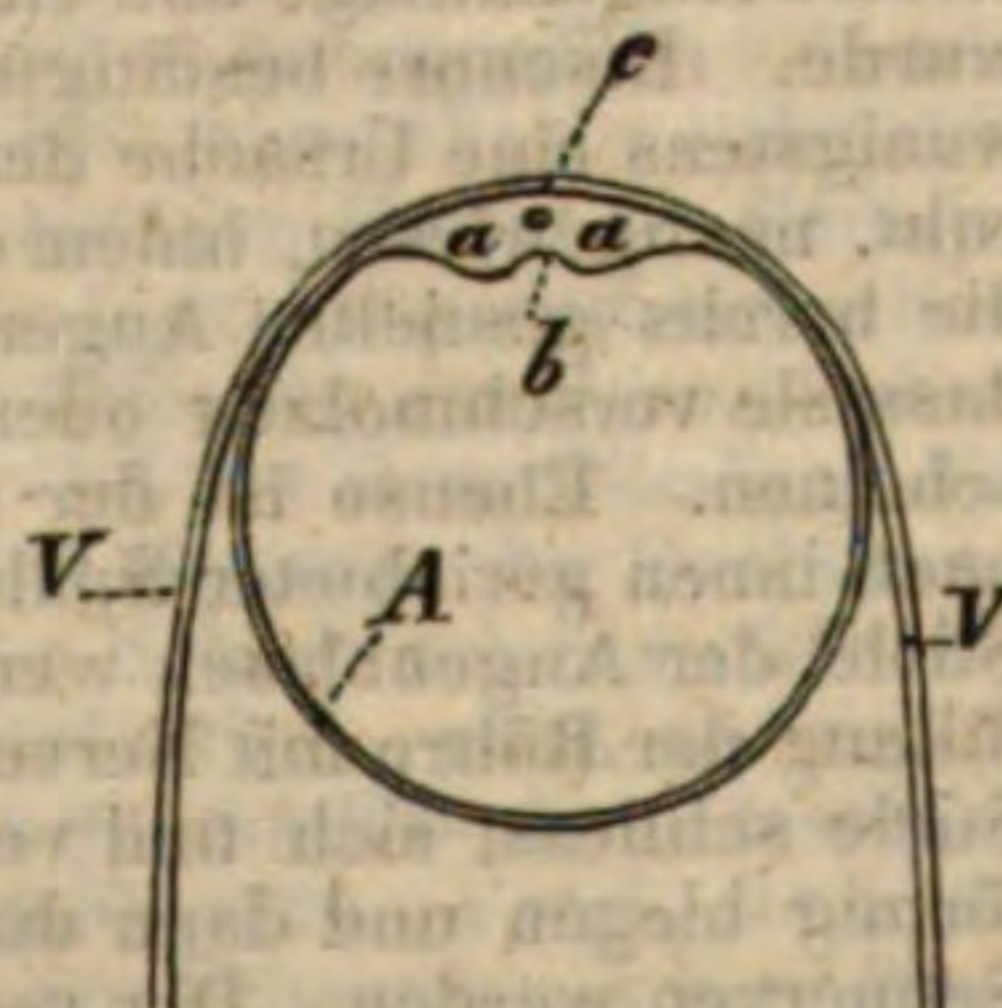
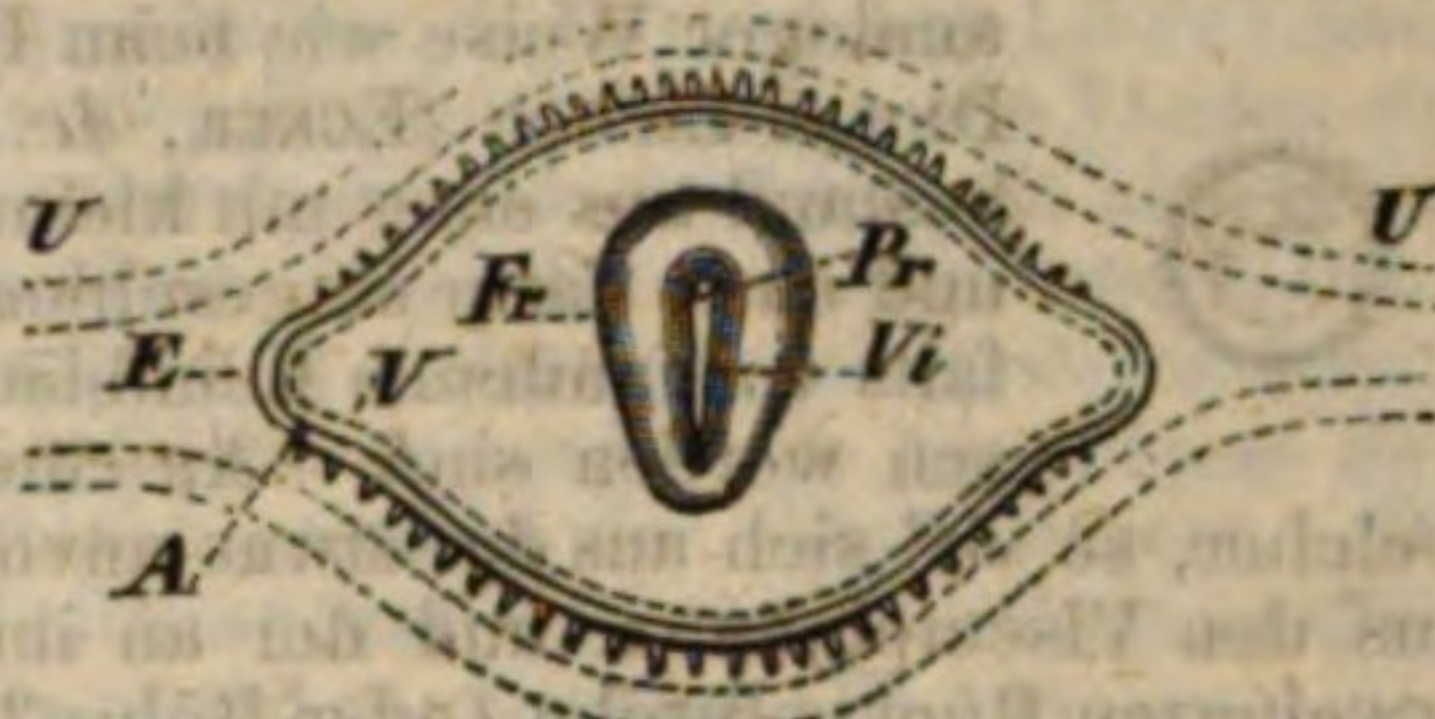
Wir wenden uns zur Deutung der beschriebenen Urbildungen. Es ergeben sich in derselben nothwendigerweise Abweichungen nach den verschiedenen Blättertheorien. Die schildförmige Verdickung im Centrum des Fruchthofes ist die erste Anlage des Embryonalrumpfes, d. h. sie stellt eine Anhäufung von Zellenmaterial in BISCHOFF's animalen, REMAK's oberem und mittlerem Keimblatt dar, welche zur Constituierung der ersten sich abgliedernden Embryonalgebilde verwendet wird. Aus diesem Vorrath bildet sich zuerst in der Achse der Baustätte die Uranlage des Centralnervensystems und der Skelettachse, d. i. der Wirbelsäule, in Gestalt des BAER'schen Primitivstreifens, der REMAK'schen Achsenplatte. Der dem oberen Keimblatt angehörige Theil dieser Achsenplatte, d. h. die beiden durch die Primitivrinne getrennten Medullarplatten REMAK's (REICHERT's Urhälften des Centralnervensystems, BISCHOFF's Belegmasse seiner Primitivrinne, d. i. der REICHERT-REMAK'schen Rückenfurche) ist die Anlage der Nervensubstanz des Rückenmarks und Gehirns (ECKER, *l.c.*, Taf. XXXI). Der erste Schritt zur Umbildung der flachen Medullarplatten in die genannten Theile besteht in ihrer rinnenförmigen Wölbung und endlichen Vereinigung zum geschlossenen Rohr, dem Medullarrohr, auf die beschriebene Weise. Die aus den Medullarplatten selbst bestehende Wand wird zur Nervenmasse, der in der Achse des Rohrs aus der Rückenfurche (nicht aus der Primitivrinne) gebildete Kanal zum Rückenmarkscentralkanal und den Hirnhöhlen. Die Primitivrinne entspricht dem bindegewebigen Septum, welches im entwickelten Rückenmark in dessen senkrechter Medianebene vom Grund der vorderen Spalte zum Centralkanal geht, die Schliessungsnath des Rohrs dem entsprechenden Septum von der hinteren Spalte zum Centralkanal. Die Abgliederung des Hirns von der gemeinschaftlichen Anlage erfolgt zuerst durch die Bildung der beschriebenen drei hinter einander liegenden blasigen Erweiterungen am vorderen Ende des Medullarrohrs, welche daher den Namen vordere, mittlere und hintere Hirnblase (Hirnzelle) oder Vorder-, Mittel- und Hinterhirn führen. Diese Blasen erhalten später wiederum secundäre Abschnürungen und sondern sich auf diese Weise in die Grundlagen einzelner bestimmter Centralgebilde des Hirns.² Die beiden seitlichen Ausbuchtungen der vorderen Hirnzelle, die Augenblasen, sind die ersten Anlagen der Augen.³ Der dem mittleren Keimblatt REMAK's angehörige Theil der Achsenplatte scheidet sich, wie wir sahen, in die Chorda und die zu beiden Seiten derselben liegenden Urwirbelplatten, an welche nach aussen die verdickten Seitenplatten angränzen; alle drei Gebilde gehören nach BAER und BISCHOFF dem oberen animalen Blatt an. Die Bestimmungen der Urwirbelplatten sind mannigfacher Art. Sie zerfallen mit Ausnahme ihres am Kopfende befindlichen mit den Seitenplatten zu den Kopfplatten verschmolzenen Theiles der ganzen Länge nach in cubische, durch schmale helle Zwischenräume getrennte, innerlich hohl erscheinende

Abschnitte, die Urwirbel, welche indessen durchaus nicht etwa ausschliesslich die Grundlagen der bleibenden Wirbel sind, wie die folgende kurze Skizze ihrer Schicksale nach REMAK darthut. Die cubischen Urwirbelstücke wachsen mit ihren inneren Abtheilungen an der Aussenseite des Medullarrohrs nach dem Rücken des Embryo in die Höhe; während die inneren unteren Kanten nach innen zu hervorstechen, sich in zwei Platten spalten, welche mit denen der anderen Seite zusammenfliessend die Chorda umwachsen und so die Grundlage der eigentlichen Wirbelkörpersäule bilden. Von derselben Kante des Urwirbels wuchert in die Urwirbelhöhle hinein ein undurchsichtiger Kern, der Wirbelkern, welcher mit der unteren (Bauch-) und inneren (Medullarrohr-) Wand des Urwirbels verschmilzt und dann durch eine Spalte von der Rückenwand des Urwirbels getrennt erscheint. Letztere bezeichnet REMAK als Rückentafel oder Muskelplatte der Wirbelkernmasse gegenüber. Die inneren oberen Kanten der Urwirbel wuchern, in gleicher Weise wie die inneren unteren Kanten, nach innen und vereinigen sich mit denen der anderen Seite über dem Medullarrohr, welches dadurch von dem Hornblatt vollständig geschieden wird. Die von den beiderseitigen Urwirbeln gebildete Schicht, welche oberhalb des Medullarrohrs zwischen ihm und Hornblatt auf diese Weise sich einschaltet, heisst die obere Vereinigungshaut (RATHKE, REMAK). Aus der Rückentafel entwickeln sich nach REMAK die Zwischenwirbelmuskeln, vielleicht auch die Rückenmuskeln; aus der Wirbelkernmasse entsteht der Spinalnerv mit dem Spinalganglion und den Spinalwurzeln (vorderer Kopftheil der Wirbelkernmasse) und der Wirbelbogen mit der Rippenanlage (hinterer Theil). Aus den um die Chorda vereinigten beiderseitigen Verlängerungen der Urwirbel, den primitiven Wirbelkörpern, entstehen die Wirbelkörper und Zwischenwirbelscheiben, aber nach REMAK nicht, wie man erwarten sollte, aus je einem solchen, zwei gegenüberliegenden Urwirbeln angehörigen primitiven Wirbelkörper ein bleibender Wirbel; sondern es trennt sich jeder primitive Wirbelkörper in der Mitte in eine Kopf- und Schwanzhälfte quer durch, während die hintereinander liegenden primitiven Wirbelkörper mit ihren Gränzflächen verschmelzen, so dass der bleibende Wirbelkörper (secundäre Wirbelkörper REMAK's) aus der verschmolzenen hinteren Hälfte des einen und der vorderen Hälfte des nächstunteren primitiven Wirbelkörpers hervorgeht. Auf die Entwicklungsgeschichte der Schädelgrundlage können wir hier nicht eingehen. Die aus den Seitenplatten hervorgehenden Embryonalgebilde sind zahlreich, der Vorgang ihrer Abgliederung aber ausserordentlich einfach nach REMAK's trefflichen Untersuchungen. Es entsprechen die Seitenplatten zum Theil allerdings den BISCHOFF'schen wallförmigen Verdickungen des animalen Blattes zu beiden Seiten des Medullarrohrs, welche BISCHOFF als Grundlagen der Rumpfwandungen des Embryo betrachtet und mit dem Namen Visceralplatten bezeichnet, zum Theil aber auch den Bildungen, welche BISCHOFF aus dem PANDER'schen Gefässblatt, welches nachträglich zwischen animalelem und vegetativem sich differenziren soll, hervorgehen lässt. Wir deuten die Schick-

sale der Seitenplatten nur an, die wichtigsten Umwandlungen derselben kommen besonders im Folgenden zur Sprache, und werden dort durch Abbildungen verdeutlicht werden. Die Seitenplatten spalten sich in der ganzen Länge des Rumpfes (mit Ausnahme eines Theiles der Kopfplatten) in zwei über einander liegende Schichten, eine obere an das Hornblatt sich anlegende, und eine untere dem Drüsenblatt anliegende.⁴ Die obere, welche REMAK Hautplatte benennt, entspricht theilweise im Verein mit dem an ihr anliegenden Theil des Hornblattes BISCHOFF's Visceralplatte. Sie bildet die Grundlage der Hautwandung und der serösen Auskleidung der Rumpfhöhle, nicht der gesamten Rumpfwandung, indem die Knochen, Muskeln und Nerven derselben als Fortsetzungen der Urwirbel entstehen, welche von diesen aus in die Hautplatten hineinwachsen und sie in eine äussere Schicht, die Unterhaut, und eine innere Schicht, die seröse Auskleidung der Rumpfhöhle, sondern. Die Extremitäten bilden sich als Auswüchse der Rumpfwandung, ob aber ihr ganzer Bewegungsapparat, Muskeln, Knochen und Nerven, aus den Hautplatten entspringt, oder nicht vielmehr, wie für die Rumpfwandung, aus den Urwirbeln, während die Hautplatten nur die Haut der Extremitäten bilden, ist noch unentschieden. Die untere durch Spaltung der Seitenplatten gebildete, mit dem Drüsenblatt verbundene Schicht hat von REMAK den Namen Darmfaserplatte erhalten, weil sie in die äussere Faserwand des Darmrohres und der von diesem sich durch Ausstülpung abgliedernden Anhangsdrüsen (Lungen, Leber, Pankreas u. s. w.) sich umwandelt. Sie entspricht grösstentheils dem PANDER-BAER-BISCHOFF'schen Gefässblatt, wie aus dem Folgenden deutlich einleuchten wird. Die Spalte zwischen den beiden Schichten der Seitenplatten, den Darmfaserplatten und Hautplatten, stellt die Anlage der Pleura- und Peritonealhöhle dar. An dem inneren an die Urwirbelgebilde gränzenden Rande der Seitenplatten hängen ihre beiden Schichten zusammen; die Seitenplatten beider Seiten vereinigen sich später in der Mittellinie des Körpers vor der Urwirbelsäule mit eben den Rändern, an denen ihre beiden Schichten zusammenhängen. Aus ihrer Vereinigung bilden sich die sogenannten Mittelplatten REMAK's, aus denen das Mesenterium, aber auch die Urnieren, der Keimdrüsenapparat und die Milz hervorgehen. Diese kurzen Andeutungen mögen genügen, die wesentliche Bestimmung der zuerst aus den Embryonalparthien der beiden oberen Keimblätter sich gestaltenden Uranlagen zu definiren. Das Drüsenblatt *D* erleidet im Anfang keinerlei Veränderung, es folgt den Darmfaserplatten bei deren Ablösung von den Hautplatten, und bleibt mit denselben innig verbunden. Die Schicksale der peripherisch-extraembryonalen Parthien der Keimblätter kommen im Folgenden zur Sprache.

⁴ Aus BISCHOFF's Untersuchungen über die erste Embryonalanlage bei den Eiern der verschiedenen Säugethiere heben wir noch folgende Einzelheiten hervor. Das Hundeei nimmt während der Entstehung jener Anlage im Uterus eine citronenförmige Gestalt an und stellt sich mit seiner Längsachse in die des Uterus *U*, während die Längsachse des Fruchthofes *Fr* und die des Embryo *Vi* rechtwinklig zu derselben steht. Die Form der BISCHOFF'schen Visceralplatten *Vi* ist im Anfang stark birnförmig, der zur

Bildung der Bauchplatten bestimmte Randtheil durch grössere Durchsichtigkeit vor den Rückenplatten ausgezeichnet. Das Rehei, wie überhaupt die Eier der Wiederkäuer, wächst während der Anlegung des Embryo ausserordentlich in die Länge, findet sich um diese Zeit in Form eines 6—8 Zoll langen, sehr dünnen und äusserst zarten Fadens in dem Uterinkanal. Der Embryo erscheint auch hier zuerst in Form einer sohlenförmigen Verdickung des animalen Blattes mit der Primitivrinne in der Längsachse; auffallend ist, dass hier erst später u. bei Weitem weniger ausgeprägt die Scheidung des Medullarrohrs in Gehirn und Rückenmark eintritt; das Gehirn ist, auch wenn schon die Schliessung der Rinne zur Röhre der Vollendung nahe ist, nur durch eine einfache, langgestreckte, spindelförmige Erweiterung ohne Spur der Augenanlagen ausgedrückt. BISCHOFF bringt diese Abweichung mit der überhaupt geringen Ausbildung des Gehirns bei den Wiederkäuern in Zusammenhang. Während indessen das Rehei in dieser Beziehung hinter dem Kaninchen- und Hundeei zurückbleibt, eilt es in anderen Beziehungen denselben weit voraus, so namentlich in der Abschnürung des Embryo von der Keimblase und der Reduction des vegetativen Theiles derselben zur Nabelblase, wie die Folge lehren wird. Von hohem Interesse ist die Betrachtung der Embryonalanlage beim Meerschweinenei, bei welchem die abweichenden Verhältnisse der Keimblase und ihrer Blätter nothwendig auffallende Verschiedenheiten erwarten lassen. BISCHOFF und LEUCKART haben dieselben in vollendeter Klarheit aufgedeckt, so schwierig die Untersuchung besonders auch durch den Umstand gemacht wird, dass die Embryonalentwicklung mit solcher Schnelligkeit vor sich geht, dass binnen zwei Tagen alle wesentlichen Theile angelegt sind. Wir haben schon gesehen, dass der im inneren animalen Bläschen befindliche ovale Fruchthof von Anfang an in eine hellere Peripherie *a* und ein dunkleres Centrum *b* geschieden ist; letzteres trägt an einer Seite eine zapfenartige Verlängerung *c*, welche bald über den Rand der hellen Peripherie in die Keimblase hinaus sich verlängert. In der Längsachse des dunkleren Centrums erscheint alsbald die Primitivrinne *d* als blasser, oben rund endigender, unten im Zapfen sich verlierender Streifen. Das dunkle Centrum des Fruchthofes ist selbst die Embryonalanlage, stellt die Visceralplatten dar, welche hier demnach auch BISCHOFF vor der Primitivrinne entstehen lässt. Die Bedeutung der zapfenförmigen Verlängerung derselben am hinteren Ende wird erst später zur Sprache kommen. Rasch schliesst sich nun die Rinne, unter Entwicklung von Nervensubstanz an ihren Wänden, das Medullarrohr scheidet sich in Rückenmark und Gehirnblase, es erscheint die Chorda mit den Wirbelplättchen in ganz analoger Weise, wie bei den übrigen Säugethieren. Während daher diese Bildungen an sich nichts wesentlich Abweichendes haben, besteht ihre Eigenthümlichkeit darin, dass ihre relative Lage und Anordnung zum Ei die umgekehrte wie bei den vorher betrachteten Repräsentanten der Säugethiereier ist. Diese Umkehrung, welche der beifolgende schematische Querschnitt erläutert, ist die nothwendige Consequenz der umgekehrten Lage der Keimblätter. Die Visceralplatten *aa* sind auch hier eine Verdickung des BISCHOFF'schen animalen Blattes *A*, ragen aber nach innen, nicht nach aussen über die Ebene der Keimblase hervor; ebenso sieht die Höhlung der Primitivrinne (Rückenfurche) *b* in das Innere des animalen Bläschens, die *chorda dorsalis c* entwickelt sich über, nicht unter ihr. Kurz, der Embryo wendet seine Rückenfläche nach innen, während seine vom vegetativen Blatt (Drüsenblatt) *V* überkleidete Bauchseite frei nach aussen sieht. In der bisher erörterten Entwicklungsepoche begegnen wir zum ersten Male dem menschlichen Ei.



wenn auch bis jetzt erst in einem einzigen Beispiele. ALLEN THOMPSON (*Edinburgh med. and surg. Journ.* 1839, Vol. LII) glückte es, ein etwa 14 Tage altes Ei im Uterus einer Frau zu finden, welches erst in den beschriebenen frühesten Anfängen der Embryonalbildung sich befand, durch seine Beschaffenheit aber unzweifelhaft lehrt, dass die vorhergegangenen noch nicht direct beobachteten vorbereitenden Umgestaltungen in ganz

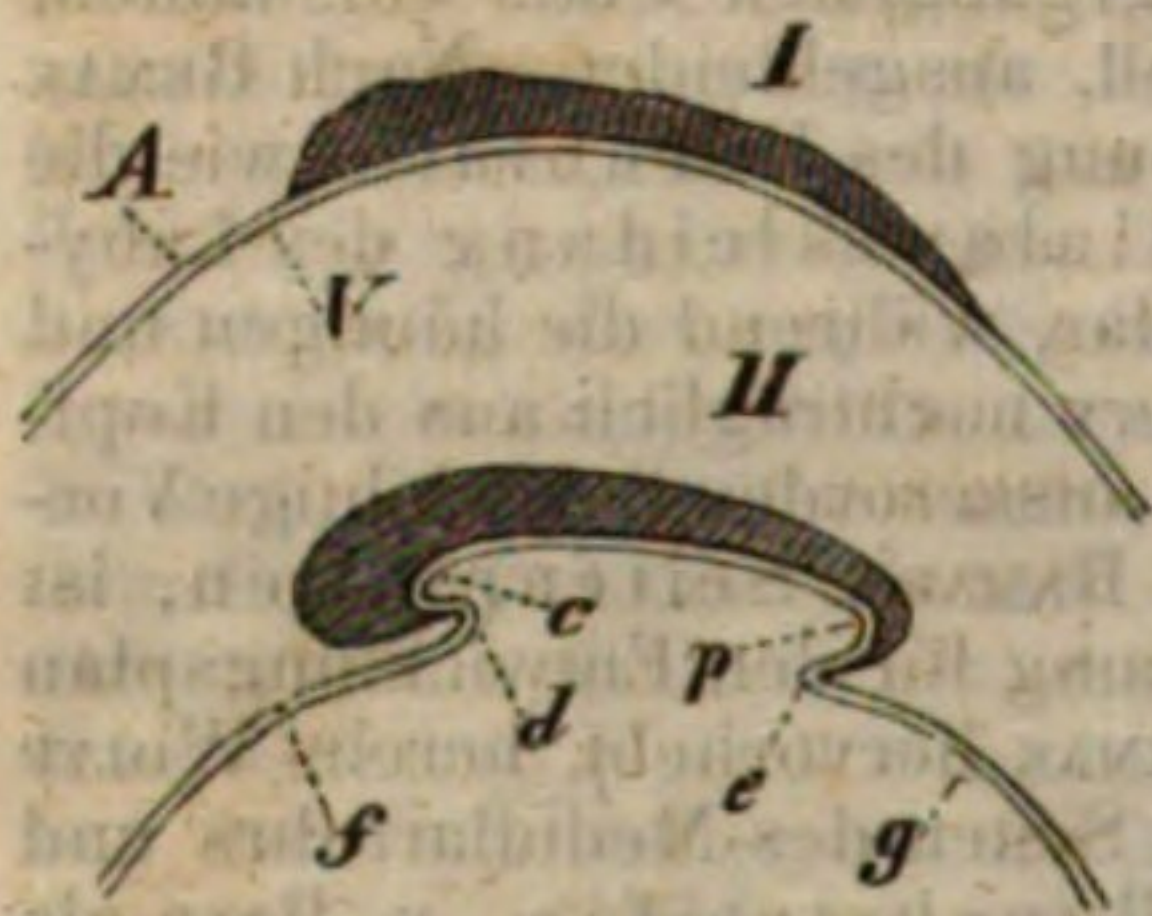


analoger Weise wie beim Hunde- oder Kaninchenei verlaufen sein müssen. Dieses Eichen (ECKER, *l.c.*, Taf. XXV, Fig. 2) hatte 3''' im Durchmesser, bestand aus einer mit kleinen kurzen Zotten dicht besetzten äusseren Eihaut, und einer darin eingeschlossenen Keimblase, an welcher freilich die jedenfalls vorhandenen Keimblätter von ALLEN THOMPSON nicht direct nachgewiesen worden sind. An einer Stelle der Keimblase zeigte sich der Embryo, welcher, so viel sich aus der etwas unvollkommenen Originalzeichnung entnehmen lässt, aus den Visceralplatten und der an ihrem vorderen Ende bereits in zwei Gehirnbrasen erweiterten Rückenfurche (oder Röhre?) bestand. Besser untersucht und instructiver ist ein zweites von ALLEN THOMPSON gefundenes menschliches Eichen, welches aber erstens älter, und zweitens, wie das Missverhältniss zwischen äusserer Eihaut und Keimblase lehrt, offenbar theilweise verkümmert und abnorm entwickelt ist. Dieses zeigt auf das Deutlichste die Rückenfurche mit ihren Gehirnerweiterungen (s. ECKER, *l.c.*, Taf. XXV, Fig. 3). — ² Aus der Entwicklungsgeschichte des vorderen, anfänglich aus drei blasigen Erweiterungen bestehenden Endes des Medullarrohrs zum Gehirn heben wir folgende Grundzüge nach BISCHOFF'S Beschreibung am Säugethiere, REMAK'S Beschreibung am Vogelei hervor. Die zuerst auftretende vordere Hirnblase, Vorderhirn, stellt zunächst den dritten Ventrikel mit seinen Wandungen dar, die mittlere Hirnblase, Mittelhirn, den *aequaeductus Sylvii* mit seinen Wandungen, die hintere Hirnblase, das Hinterhirn, mit dem unmittelbar darausstossenden Theil des Medullarrohrs (Nachhirn) den vierten Ventrikel mit seinen Wandungen (kleines Gehirn, Brücke, verlängertes Mark). Aus dem Vorderhirn sprossen zunächst (jedoch nach der Ausbuchtung der Augenblasen) die Hemisphären als zwei von der unteren Wand ausgehende blasige Auswüchse nach unten hervor, und zwar unter einem beträchtlichen Winkel, so dass das Vorderende des Medullarrohrs winklig geknickt erscheint. Aus dem Boden der Hemisphärenblasen keimen die Geruchsbläschen hervor. Der Rest der vorderen Hirnzelle (jetzt von REMAK Zwischenhirn genannt) bildet aus seiner Wand die den dritten Ventrikel begränzenden Basalganglien (Sehhügel, Streifenhügel) und treibt aus der Decke die Anlage der Zirbeldrüse. Das Mittelhirn entwickelt sich zu den Vierhügeln, das Hinterhirn mit dem Nachhirn (Nackenhöcker) zum verlängerten Mark und kleinen Gehirn. Die mit Ganglien versehenen Hirnnerven (Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus) entwickeln sich wie die Rückenmarksnerven nicht als Auswüchse des Medullarrohrs, sondern nach REMAK'S Beobachtungen am Hühnchen selbständig aus dem Kopftheil des mittleren Keimblattes, dem als Schlundplatten bezeichneten Theil der Kopfplatten, von dem noch weiter die Rede sein wird, welcher den Urwirbelplatten des Rückentheils entspricht. Die so angelegten Nervenstämme treten nachträglich erst mit der Seitenwand des Medullarrohrs und zwar des verlängerten Marks in Verbindung. — ³ Aus der Bildungsgeschichte der Augen theilen wir Folgendes mit. Wir haben dieselben als zwei seitliche Ausbuchtungen des Medullarrohrs (Vorderhirns) entstehen sehen. Diese zuerst von BAER gemachte Beobachtung wurde später insofern von einigen Seiten in Zweifel gezogen, als eine ursprünglich einfache Augenanlage und eine nachträgliche Spaltung der cyklopischen Bildung behauptet wurde. BISCHOFF bestätigte indessen die BAER'SCHE Angabe vollständig und REMAK hat wenigstens eine Ursache der Täuschung, auf welcher die entgegengesetzte Angabe beruht, nachgewiesen, indem er beobachtete, dass nach der Bildung der Hemisphärenblasen die bereits gestielten Augenblasen eine kurze Zeit lang sich so innig aneinanderlegen, dass sie verschmolzen oder als eine eben in der Theilung begriffene einfache Blase erscheinen. Ebenso ist der aus der ursprünglich hufeisenförmigen Gestalt der Iris mit nach innen gerichteter Spalte hergeleitete Beweisgrund widerlegt. Die röhrenförmigen Stiele der Augenblasen werden zu den Sehnerven, aber nicht durch einfache Ausfüllung der Röhre mit Nervenmasse, sondern auf complicirterem Wege. Die Röhre der Stiele schliesst sich und verwandelt sie dadurch in flache Bänder, welche sich rinnenförmig biegen und dann durch Verwachsung der Ränder der Rinne zu den bleibenden Sehnerven werden. Der vordere äussere Theil der Augenblase wird von dem Hornblatt (dem peripherischen Theil des oberen Keimblattes) REMAK'S überzogen. HUSCHKE wies bereits nach, dass die Linse aus einer Einstülpung der Hautbedeckung der Augenblase sich entwickelt. Diese Hautbedeckung ist aber REMAK'S Hornblatt, welches sich an der

die Augenblase überkleidenden Parthie verdickt. Das Centrum der verdickten Parthie bildet eine sackförmige Einstülpung, welche die vordere Wand der Augenblase vor sich hertreibt und in die hintere Hälfte einstülpt. Die Einstülpung des Hornblatts mündet Anfangs mit einer Oeffnung nach aussen, schnürt sich aber später durch Verwachsung der Mündung vom Hornblatt vollständig ab, der abgeschnürte Sack wird zur Linse (deren Kapsel indessen nach REMAK wahrscheinlich aus den Kopfplatten, also aus Theilen des mittleren Keimblatts entsteht). Die Augenblase ist durch die Linsenbildung in sich selbst eingestülpt worden, stellt daher einen doppelwandigen Napf dar, welcher nun für sich zu einer offenen Blase, der secundären Augenblase, sich umgestaltet, deren Innenwand jetzt die frühere Aussenwand der vorderen Hälfte der primären Augenblase darstellt. In der Höhle dieser secundären Augenblase entsteht der Glaskörper. Die innere eingestülpte Schicht der Blase wird nach REMAK zur Retina, die äussere (hintere Hälfte der primären Augenblase) zur Chorioidea (Uvea). Die Sclerotica lagert sich von aussen auf die Wand der secundären Augenblase ab, durch Verschmelzung ihrer vorderen Parthie mit dem Hornblatt bildet sich die Cornea. Wir knüpfen an die Entwicklung des Auges einige Mittheilungen über die Bildung des inneren Gehörorgans. Die erste Anlage desselben besteht in einem Bläschen, Gehörbläschen (Labyrinthblase), welches zur Seite der dritten Hirnzelle an der Oberfläche der Embryonalanlage erscheint. (Vergl. BISCHOFF, *Kaninchenei*, Taf. XV, Fig. 63 i. 64 d. 65 g. *Hundeei*, Fig. 37 BC, 38 DE, 41 BC, 42 BC. ECKER, *Id.*, Taf. XXV u. XXVI). Dieses Bläschen ist nach BISCHOFF natürlich ein Gebilde seines animalen Keimblattes, nach REISSNER (*de auric. intern. format. diss.*, Dorpat 1851) in REICHERT'S Sinne durch Einbuchtung der aus dem *stratum intermedium* hervorgegangenen Cutis entstanden, aber von der Umhüllungshaut, welche später vergehen soll, ausgekleidet. Nach REMAK dagegen entsteht das Gehörbläschen durch eine Einstülpung des Hornblatts wie die Linse, und stellt ausschliesslich die Anlage der Epithelialauskleidung des Labyrinths (Schnecke, Vorhof und halbzirkelförmige Kanäle) dar, während die häutigen und knöchernen Wandungen des Labyrinths sowie der Hörnerv nachträglich aus den Kopfplatten, also dem mittleren Keimblatt entstehen. — 4 Der ausserordentlich wichtige Vorgang der Spaltung der Seitenwände der Rumpfanlage, REMAK'S Seitenplatten, ist zuerst von REMAK richtig aufgefasst und in seiner Bedeutung für den Entwicklungsplan gewürdigt worden. Der Vorgang selbst war, wie auch REMAK hervorhebt, bereits WOLFF und v. BAER bekannt. WOLFF bezeichnet die zu beiden Seiten des Medullarrohrs und der Urwirbelsäule erscheinenden verdickten Streifen als Bauchstreifen, v. BAER als Bauchplatten. Beide beschreiben den Spaltungsprocess, WOLFF irrte nur darin, dass er den Zusammenhang der oberen und unteren Schicht (REMAK'S Haut- und Darmfaserplatten) an der inneren Gränze und die Entstehung der Mittelplatten aus diesem Theil übersah, erkannte dagegen ganz richtig die Rolle der unteren Schicht bei der Darmbildung, von der unten weiter die Rede sein wird. BAER hat den Spaltungsprocess und seine Bedeutung fast in allen Beziehungen richtig erkannt oder vermuthet. Er erkannte, dass die untere Platte aus zwei Lagen, dem Schleimblatt und der äusseren von ihm mit PANDER'S Gefässblatt identificirten Lage besteht; er erklärte ferner, dass auch in der oberen Schicht eine deutliche Trennung in zwei Lagen, in eine dem serösen Blatt angehörende Oberhaut, und eine eigentliche Bauchplatte, die Grundlage der Muskel-Knochen-Nervenwand des Rumpfes, stattfindet, und vermuthet ganz richtig, dass diese eigentliche Bauchplatte vielleicht von Anfang an ein Theil des Gefässblattes, d. h. des mittleren Keimblattes sei. REMAK hebt mit Recht hervor, dass es unbegreiflich sei, wie BAER trotz dieser richtigen Beobachtungen das PANDER'sche Keimblattschema habe aufrecht erhalten, und das obere seröse Blatt als Grundlage des animalen Theiles des Embryo betrachten können. BISCHOFF hat diese Spaltung vollständig übersehen und betrachtet die Bildung der äusseren Wand des Darmrohrs nur als eine Ablösung des PANDER'schen Gefässblattes vom animalen Blatt, aus welchem die Rumpfwand von ihrer Oberhaut bis zu ihrer serösen Auskleidung entstehen soll. Dagegen ist von REICHERT der Spaltungsprocess ebenfalls richtig beobachtet, als Ablösung einer unteren Schicht seiner *membrana intermedia* von einer oberen, die er Amnionplatte nennt, beschrieben, aber, wie schon früher erwähnt, die Vereinigung der oberen Schicht mit der oberen Keimhaut insofern falsch gedeutet, als er die Bildung der Oberhaut aus letzterer läugnet. Vergl. die treffliche kritische Zusammenstellung der den Spaltungsprocess der Seitenplatten betreffenden älteren Beobachtungen und Angaben bei REMAK, *Unters.* pag. 31.

§. 290.

Abschnürung des Embryo von der Keimblase, Bildung der Rumpfhöhle und des Darmrohrs. Wir schicken auch hier die Darstellung der bezeichneten Vorgänge nach der PANDER'schen Blättertheorie unter specieller Berücksichtigung von BISCHOFF's Untersuchungen am Säugethiereie voraus. Wir haben den Säugethierembryo als flache sohlenförmige Verdickung des sogenannten animalen Blattes der Keimblase verlassen. Die nächste wichtige Veränderung ist seine Abschnürung von der Keimblase und die dadurch vermittelte Bildung einer Rumpfhöhle, Visceralhöhle. Es erfolgt diese Abschnürung dadurch, dass die Ränder der Visceralplatten sich nach der Bauchseite der Embryonanlage umbiegen, unterhalb gegeneinander neigen und mit einander verwachsen, und zwar zunächst am vorderen und hinteren Ende, später auch an den Seiten, wie beifolgende schematische Längsdurchschnitte des Kanincheneies erläutern. Während vorher, wie *Fig. I* andeutet, das durch die Hirnblasen bezeichnete Kopfende *a* sowohl als das Schwanzende *b* unmittelbar in die Ebene des peripherischen Theiles der Keimblase übergehen, der Durchschnitt des vegetativen Blattes einen Kreisabschnitt bildet, findet man jetzt, wie *Fig. II* darstellt, beide Körperenden über die Ebene der Keimblase hervorragend, gleichsam über dieselben hinweggeschoben, so dass



die Uebergangsstellen beider Enden in die Keimblase unter dem Embryo sich befinden und nach der Mitte zu eingerückt erscheinen. Hierdurch wird unter dem Kopfende des Embryo eine sackförmige Höhlung *c* gebildet, eine gleiche, aber weniger tiefe, *p*, unter dem Schwanzende. Betrachtet man jetzt den Embryo von der Bauchseite, so gleicht er einem Schuhe, dessen Sohle, die Unterseite der Rückenwand, nur in dem mittleren Theile zwischen *a* und *b* frei sichtbar ist, während am vorderen und hinteren Ende eine durch die Umbiegung gebildete Vorderwand (vorn mit einem Theil der vordersten Hirnzelle) dem Auge sich darstellt. Bei *a* und *b* befinden sich die Eingänge in die so gebildeten Anfänge der Visceralhöhle; der Eingang bei *a* heisst der obere Eingang in die Visceralhöhle (v. BAER) oder *fovea cardiaca* (WOLFF), der bei *b* der untere Eingang oder *foveola posterior*. Das vegetative Blatt tapeziert die Innenfläche dieser Visceralhöhle glatt aus und geht rings an den Rändern der Einschnürung in den peripherischen Theil der Keimblase continuirlich über. Betrachtet man den Embryo, wie in der letzten Figur, von der Bauchseite, so erscheint weder der Kopftheil, noch der Schwanztheil frei, sondern, wie obiger Durchschnitt *Fig. II*

lehrt, ersterer von der Einschnürungsstelle *d*, letzterer von *e* an von den Abschnitten *df* und *eg* der Keimblase bedeckt. Man hat, ohne dass diese Parthien der Keimblase bestimmt abgegränzt wären, dieselben als Kopf- und Schwanzkappe bezeichnet.

Die Abschnürung des Embryo von der Keimblase schreitet, während mit ersterem, wie mit letzterer wesentliche anderweitige Veränderungen vor sich gehen, weiter und weiter fort, es krümmen sich auch die Seitenränder der Visceralplatten (Bauchplatten) um, und reduciren so endlich die weite offene Mündung der Visceralhöhle zu einer kleinen Oeffnung, der Nabelöffnung, auf deren Verhalten wir wiederholt zurückkommen. Der Vorgang der Abschnürung ist bei allen Säugethiereiern im Wesentlichen derselbe, und ebenso offenbar beim Menschen, wie zur Evidenz aus einigen seltenen Exemplaren von Eiern der ersten Entwicklungs-epoche hervorgeht (vergl. namentlich ECKER, *l.c.*, *Taf. XXV, Fig. 5*, welche ein Ei aus der dritten Schwangerschaftswoche darstellt). Zeit des Beginnens und Geschwindigkeit des in Rede stehenden Vorganges sind natürlich ausserordentlich verschieden, es würde uns jedoch zu weit führen, auf diese zeitlichen Verhältnisse specieller einzugehen. Ganz besonders auffallend zeitig beginnt die Abschnürung des Embryo im Rehei, bei welchem sie unmittelbar nach der Anlage der Visceralplatten einzutreten scheint. Beim Meerschweinchenei ist das Verhalten des Embryo an sich bei der Abschnürung ganz das nämliche, wie bei allen übrigen, aber das Lagenverhältniss der Rumpfhöhle zum Ei nothwendig umgekehrt; da die Bauchseite des Embryo frei nach aussen sieht, muss auch, wie der beistehende Längsdurchschnitt lehrt, die Rumpfhöhle nach aussen sich öffnen.



Mit der Bildung des vordersten Abschnittes der Rumpfhöhle ist der Anfang der Abgliederung eines Darmrohrs gegeben, wir knüpfen daher hier die Betrachtung der weiteren Ausbildung des Nahrungskanals an. Dies ist ein Vorgang, welcher mit Hülfe des PANDER'schen Blätterschema's in keiner Weise befriedigend zu erklären war, während wir in der REMAK'schen Blättertheorie eine überaus einfache, in allen Beziehungen befriedigende Erklärung für ihn finden werden. Doch müssen wir, unserem Plane getreu, zunächst die der älteren Theorie adaptirte Anschauung erörtern.

Zur Zeit der Darmrohrbildung besteht die Keimblase des Säugethier-eies nach BISCHOFF nicht mehr aus den ursprünglichen zwei Schichten, dem sogenannten animalen und vegetativen Blatt, sondern es ist nun im Bereiche des Fruchthofes das dritte PANDER'sche Blatt, das sogenannte Gefässblatt hinzugekommen, eine zwischen animalelem und vegetativem Blatt befindliche Zellenschicht, in welcher das unten näher zu beschreibende erste Gefässsystem bis zur Gränze des Fruchthofes sich entwickelt.

Wie die nachträgliche Abscheidung eines neuen Keimblattes vor sich geht, von welchem der beiden primären Blätter die neue Schicht sich ablöst, darüber fehlt in der älteren Theorie ein genügender Aufschluss; dass v. BAER ganz richtig den Ursprung des sogenannten Gefässblattes durch Spaltung eines von Anfang an vorhandenen mittleren Keimblattes vermuthet hat, ist bereits im vorigen Paragraphen (Anm. 4) angedeutet worden. Wir kommen auf das PANDER'sche Gefässblatt später wieder zurück, und werden in REMAK's Beobachtungen die bündige Erklärung der seiner Annahme zu Grunde liegenden Thatfachen und die Berichtigung der früheren Irrthümer in Betreff desselben finden. Hier genügt es zur Erklärung der Darmbildung nach der PANDER'schen Theorie vor auszuschicken, dass zwischen animalelem und vegetativem Blatt innerhalb der Embryonalanlage, wie ausserhalb derselben (im Bereiche des Fruchthofes) ein gefässhaltiges Blatt, welches an den im vorigen Paragraph beschriebenen Bildungen der Uranlagen des animalen Systems ebensowenig als das vegetative Blatt Antheil haben soll, angenommen wird (s. die Abbildungen im folgenden Paragraphen). Die Darmbildung geht nun nach BISCHOFF folgendermaassen vor sich. Ungefähr um die Zeit, wo der periphere Theil des animalen Blattes der Keimblase von letzterer sich abgesondert hat, indem er auf eine unten zu erörternde Weise theils zu einer Umhüllung des Embryo (dem Amnion), theils zu einer mit der äusseren Eihaut verwachsenden Hülle (seröse Hülle) verwendet worden ist, beginnt der embryonale Theil des vegetativen Blattes und mit ihm die entsprechende Parthie des Gefässblattes sich von der Innenwand der Visceralplatten gleichsam abzuschälen, und zwar von beiden Seitenrändern aus, bis sie endlich nur noch längs der Wirbelsäule an denselben festhaften. Indem sich die der rechten und der linken Seitenhälfte angehörigen Parthien beider Blätter bei dieser Ablösung gegeneinander

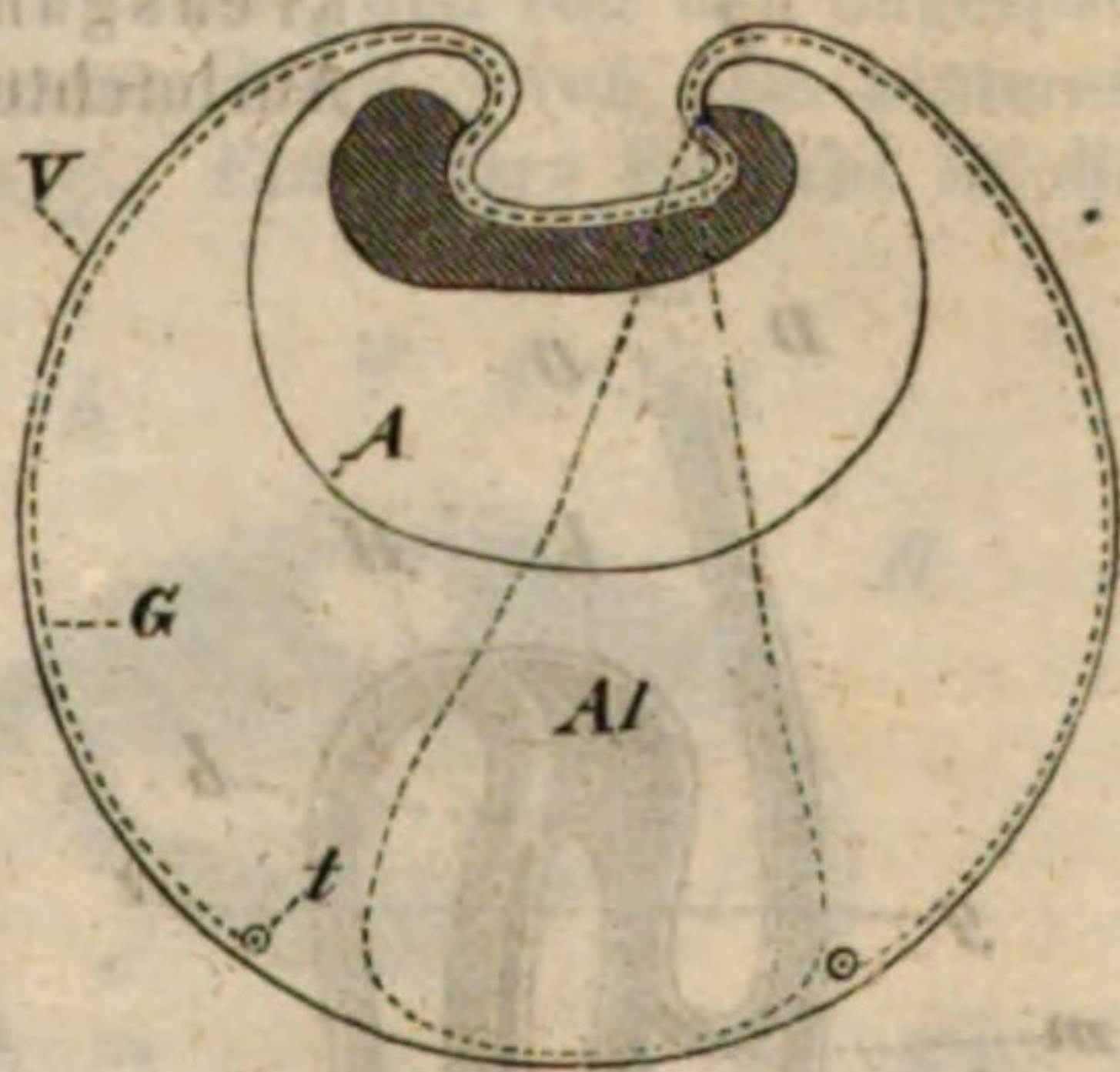
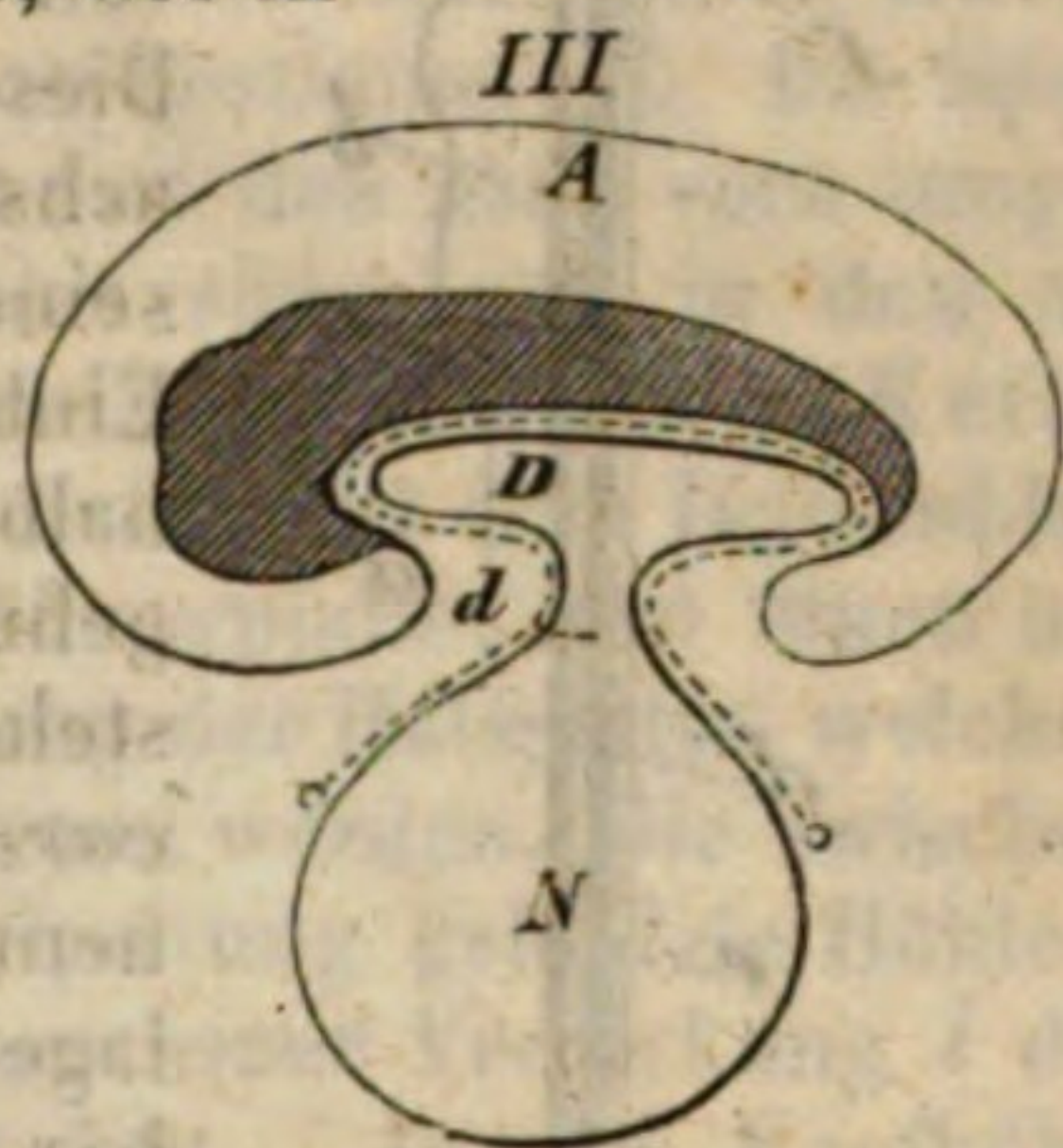


neigen, so dass sie endlich längs der Wirbelsäule unter einem Winkel zusammenstossen, entsteht hier eine nach der Höhle der Keimblase zu offene Längsrinne, die Darmrinne (WOLFF), α im beifolgenden durch die Mitte des Embryo gelegten Querschnitt *Fig. I* (in welcher *A* das aus dem animalen Blatt gebildete Amnion darstellt). Hierauf beginnen die Wände der Rinne, d. h. die zunächst an die Wirbelsäule gränzenden Parthien des Gefäss- und vegetativen Blattes sich gegeneinander zu neigen, und indem sie sich vom Kopf- und Schwanzende her über der Rinne wirklich schliessen, diese in eine Röhre, das Darmrohr, zu verwandeln. Dieses

Darmrohr schliesst sich aber nicht in seiner ganzen Länge, wobei es sich von der Keimblase vollständig trennen müsste, sondern bleibt etwa in seiner Mitte durch einen mehr und mehr sich verengenden Gang, den Darmnabelblasengang, *ductus vitello intestinalis*, mit der Höhle der Keimblase, welche von jetzt an den Namen der Nabelblase führt, noch lange Zeit in offener Communication. Umstehender ebenfalls durch die Mitte des Embryo und daher durch den *ductus vitello-intestinalis* d

gelegter Querschnitt (*Fig. II*) erläutert dieses Verhältniss. *D* stellt das aus der Rinne gebildete Darmrohr, *N* die aus dem peripherischen Rest der Keimblase (Gefässblatt und vegetatives Blatt) entstandene Nabelblase dar. Zugleich deutet die Figur an, wie das ursprünglich dicht an die Wirbelsäule angeheftete Darmrohr sich davon entfernt und ein Mesenterium *M* erhält, indem sich die beiden Platten des Gefässblattes längs der Wirbelsäule aneinanderlegen. Zum besseren Verständniss fügen wir noch einen Längsdurchschnitt des Embryo (*Fig. III*) und der betreffenden Theile nach vollendeter Darmbildung bei; die Bezeichnungen sind die gleichen, wie in den Querschnitten, daher keine nähere Erläuterung nöthig.

Die Darmbildung geht nach BISCHOFF in allen Säugethiereiern auf die gleiche Weise vor sich, früher oder später. Beim Reheischeidet sich der Darm sehr zeitig von der Nabelblase ab, und schon vorher geht die peripherische vegetative Keimblase durch eine Art Stiel, den *ductus vitello-intestinalis*, in die Rumpfhöhle des Embryo über; nach erfolgter Darmbildung schrumpft die Nabelblase sehr schnell zu einem feinen, in der Achse der serösen Hülle sich hinziehenden Faden. Das Verhältniss von Darm- und Nabelblase beim Meerschweinchen ei versinnlicht der beistehende ideale Querschnitt. Da bei der umgekehrten Lagerung der Keimblätter und des Embryo dessen Bauchfläche nicht in die Keimblase, sondern nach aussen sieht, muss auch die Höhle des abgeschnürten Darms nach aussen sich öffnen, mithin der *ductus vitello-intestinalis* nicht in die Höhle der Keimblase (Nabelblase), sondern nach aussen münden, die Nabelblase nicht einen Anhang des Embryoschlauches bilden, sondern der Embryo selbst in die Nabelblase eingestülpt sein. Beim menschlichen Ei erfolgt die Scheidung der vegetativen Keimblase in Darm und Nabelblase offenbar ganz auf dieselbe Weise wie nach BISCHOFF beim Kaninchenei, Hundeei u. s. w.; bei den meisten bis jetzt beobachteten Embryonen ist sie schon erfolgt, wir treffen meist ein kleines durch einen langen fadenförmigen *ductus vitello-intestinalis* mit dem Darm communicirendes Nabelbläschen. Nur in dem schon oben citirten Ei, welches ECKER, *Ic.*, *Taf. XXV, Fig. 5*, abbildet, ist die Nabelblase noch gross, der Ductus

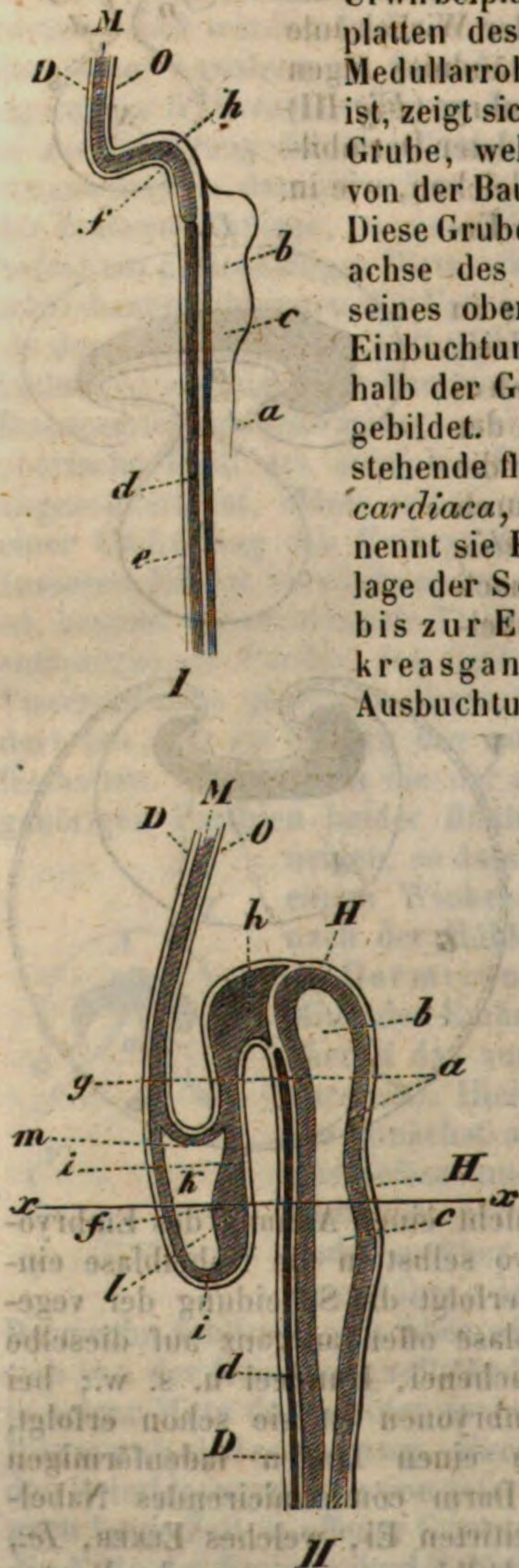


noch kurz und weit. Vergl. ausserdem ECKER, *l.c.*, *Taf.* XXV, *Fig.* 6—9 und *Taf.* XXVI.

Wir wenden uns nun zur Darstellung der Rumpfhöhlen- und Darmbildung nach REMAK. Wir verliessen, wie die Durchschnitte Bd. III. pag. 206 lehren, den Embryo als flache Verdickung der oberen beiden Keimblätter, bestehend aus dem Medullarrohr des oberen Blattes, der Chorda, den

Urwirbelplatten und den daran gränzenden Seitenplatten des mittleren Keimblatts. Noch ehe das Medullarrohr in seiner ganzen Länge geschlossen ist, zeigt sich oberhalb seines Kopfendes eine flache Grube, welche bei der Betrachtung des Embryo von der Bauchseite aus halbmondförmig erscheint. Diese Grube wird, wie der beistehende in der Längsachse des Embryo geführte Längendurchschnitt seines oberen Endes (*Fig.* I) lehrt, durch eine Einbuchtung aller drei Keimblätter (*OMD*) oberhalb der Gehirnerweiterung des Medullarrohrs *cb* gebildet. Die hierdurch auf der Bauchseite entstehende flache Grube *f* entspricht WOLFF's *fovea cardiaca*, REICHERT's Kopfvisceralhöhle; REMAK nennt sie Kopfdarmhöhle; sie ist die erste Anlage der Schlundhöhle und des Darmkanals bis zur Einmündung des Gallen- und Pankreasganges in das Duodenum, sowie der als Ausbuchtungen des Vorderdarms entstehenden

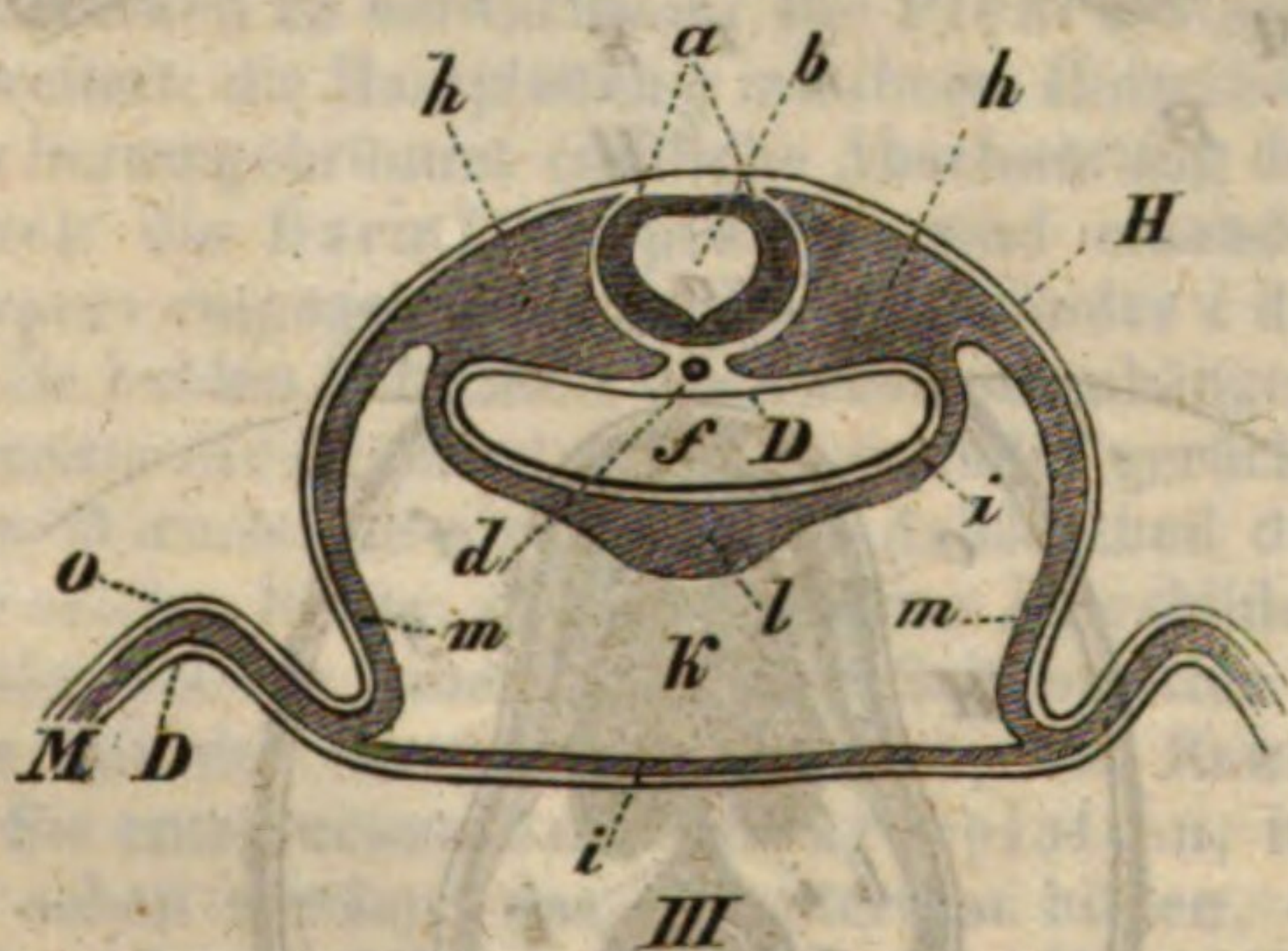
Drüsen (Schilddrüse, Thymus, Lunge, Leber, Pankreas). *Fig.* II stellt die Kopfdarmhöhle auf der nächsten Stufe ihrer Ausbildung dar, auf welcher bereits mit ihren Wänden eine wichtige Veränderung vor sich gegangen ist. Die Kopfdarmhöhle hat sich durch fortgesetzte Einbeugung der Kopfplatten und der entsprechenden Theile des Horn- und Drüsenblattes beträchtlich nach der Mitte des Embryo zu verlängert, ihr Eingang (vordere Darmforte) befindet sich bereits unterhalb der hintersten Gehirnbrase. Mit dieser Verlängerung ist in dem umgebogenen Theile der Kopfplatten *h* eine Spaltung eingetreten, welche später auch die ganzen Seitenplatten längs der Urwirbelsäule ergreift, und das wesentlichste Entwicklungsmoment des



peripherischen Theiles des mittleren Keimblatts darstellt. Die Spaltung erstreckt sich nicht über die ganzen Kopfplatten, sondern nur über deren hintere Abtheilung und in querer Richtung nicht bis zur Mittellinie. Die ganze vorderste Hälfte der Kopfplatten und in der hinteren Hälfte der zunächst an die Mittellinie gränzende (den Urwirbelplatten) entsprechende Theil (*Fig. III*) bleibt ungespalten. Die ungespaltene vordere Hälfte der Kopfplatten nennt REMAK Schlundplatten. Von den beiden durch die Spaltung gesonderten Schichten der Kopfplatten bildet die innere *iz*, mit dem Drüsenblatt vereinigt, die Wand des Vorderdarmrohrs; REMAK nennt sie Darmfaserplatte, weil sie die faserige Wand des Vorderdarms und der aus ihm hervorgehenden Drüsen bildet. Die äussere mit dem Hornblatt innig vereinigte Schicht *m* führt den Namen Halsplatte, weil sie die Haut des Halses zu bilden bestimmt ist. Die Spaltung betrifft aber, wie die Figur zeigt, nicht nur den nach vorn umgebogenen Theil der Kopfplatten, sondern setzt sich auch in den als Kopfkappe bezeichneten peripherischen Theil des mittleren Keimblatts fort; auch dieser Theil spaltet sich in eine mit dem Drüsenblatt vereinigte Schicht, die Fortsetzung der Darmfaserplatte, und einen mit dem Hornblatt vereinigten Theil, die Fortsetzung der Halsplatte, welchen wir unten als Halstheil des Amnion kennen lernen werden. Die zwischen beiden Schichten der Kopfplatten durch die Spaltung gebildete Höhle *k* führt den Namen Herzhöhle, weil in ihr aus einer Verdickung *l* der Darmfaserplatte (Gefässblatts) das Herz entsteht. In der Kopfhöhle unterscheidet REMAK nach eingetretener Spaltung den von den ungespaltenen Schlundplatten begränzten vordersten Theil *g* von dem hinteren Theil, dem eigentlichen Vorderdarm *g*. Eine klare Einsicht in die erörterten Verhältnisse ver-

schafft der nebenstehende Querschnitt *Fig. III*, welcher in der durch die Linie *xx* *Fig. II* angedeuteten Querebene durch das Kopfe des Embryo gelegt ist. Die Bezeichnung der einzelnen Theile ist dieselbe wie in *Fig. II*; daher nur wenige erläuternde Bemerkungen. *a* stellt den Querschnitt des Medullarrohrs (Mittelhirn), *b* den Querschnitt seiner Höhle,

d die Chorda, *H* das umkleidende Hornblatt, den vom Medullarrohr abgeschnürten Theil des oberen Keimblatts *O* dar, *h* ist der zunächst an das Medullarrohr gränzende, den Urwirbelplatten des Rückens entsprechende ungespaltene Theil der Kopfplatten, welcher sich in die Darmfaserplatte *i* und die Hautplatte *m* jederseits spaltet; am unteren Rand der Figur sieht man die Fortsetzung der Darmfaserplatte, die ebenfalls mit



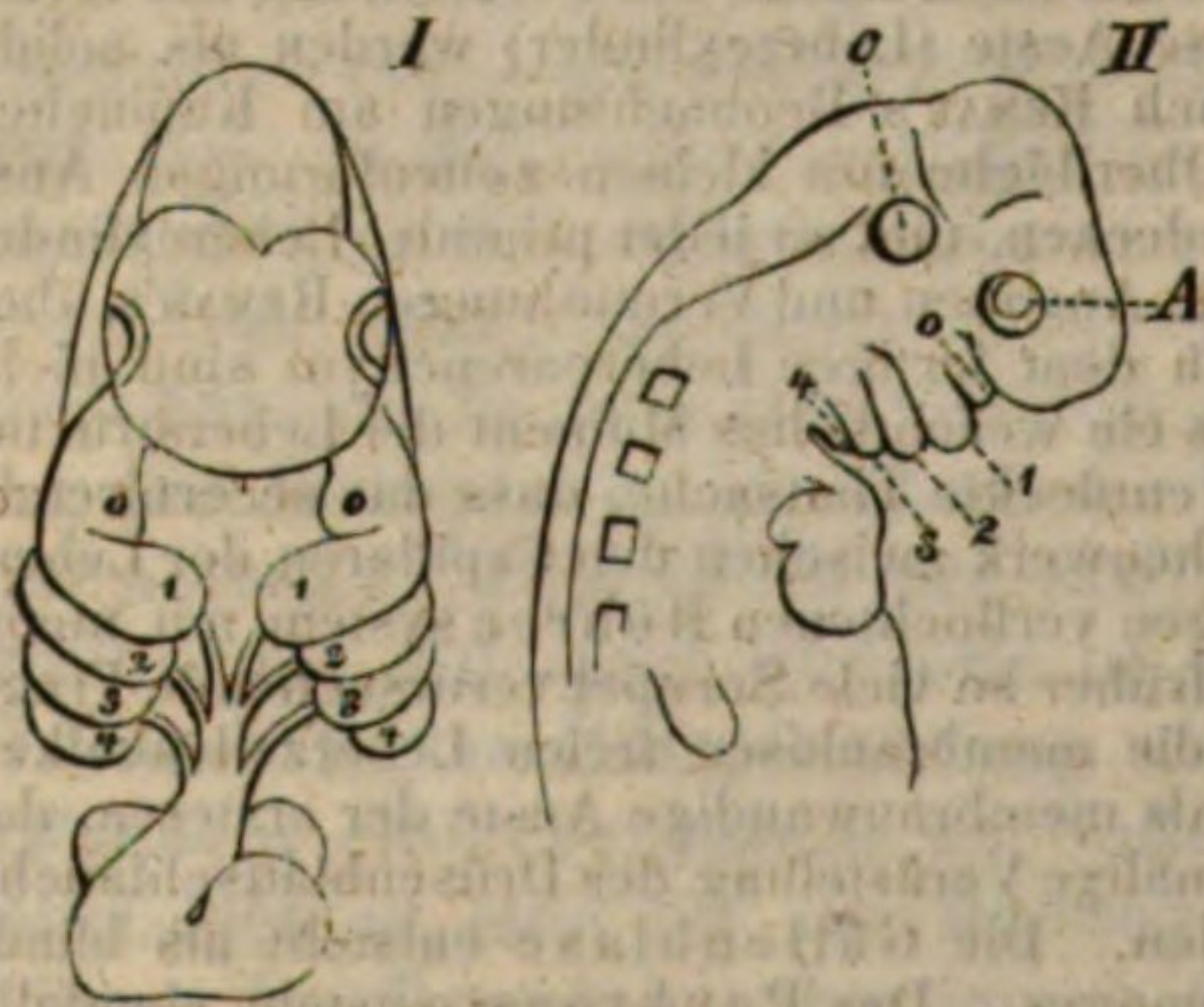
Spaltung der Kopfplatten hervorgegangenen Schichten vollkommen identisch sind. Die obere dieser Schichten *g* hat von REMAK den Namen Hautplatte (oder Rippenhautplatte), die untere *h* den Namen Darmfaserplatte erhalten. Die obere Hautplatte bleibt mit dem sie überziehenden Hornblatt *H* innig vereinigt; nachdem später auf die schon früher angedeutete, aus *Fig. III* ersichtliche Weise die peripherischen Fortsetzungen der Urwirbel (Spinalnerven, Rippen, Muskeln) in diese Hautplatte hineingewachsen sind, bildet ihre äussere Lage die Cutis der Rumpfwand, ihre innere Schicht die seröse Auskleidung derselben. Die untere Darmfaserplatte *h* bleibt mit dem sie innerlich überziehenden Drüsenblatt *D* innig vereinigt, und bildet, wie schon bei der identischen Schicht der Kopfplatten erörtert wurde, die Grundlage der Faserhaut des Darmrohrs. Die zwischen beiden Schichten entstandene Spalte *i* ist die erste Anlage der Pleura- und Peritonealhöhle. Der Vorgang dieser Spaltung bei der Darmbildung ist offenbar von allen früheren Embryologen gesehen, aber meist falsch aufgefasst worden; wir haben schon oben erwähnt, dass WOLFF, v. BAER und REICHERT die Spaltung vollkommen richtig beschrieben, aber in der Deutung der Schichten mehr weniger geirrt haben. Dass die durch die Spaltung getrennte Darmfaserplatte dem PANDER'schen Gefässblatt entspricht, welches nach BISCHOFF's Darstellung von der animalen Rumpfwand (Bauchplatte) sich ablösen soll, um die Darmwand bilden zu helfen, lehrt ein Vergleich der nach BISCHOFF gegebenen schematischen Durchschnitte Bd. III. pag. 216 f. In *Fig. II* sehen wir alle Theile weiter fortgeschritten. Die Urwirbel haben mit ihren unteren inneren Rändern die Chorda zur Bildung der bleibenden Wirbelsäule umwachsen, ihre obere äussere Schicht hat sich als Muskelplatte *c* durch Spaltung von der Wirbelkernmasse *b* getrennt, ihre oberen inneren Ränder beginnen das Medullarrohr nach dem Rücken zu umwachsen. Die Pleura-Peritonealhöhle *i* hat sich erweitert; die Hautplatten *g* mit ihrem Hornüberzug haben sich nach innen herumgekrümmt (seitliche Abschnürung des Embryo von der Keimblase); die Darmfaserplatten sind einander nach der Mittellinie des Körpers entgegengebogen, die Innenränder *l* der Seitenplatten, an welchen die beiden Schichten noch zusammenhängen, sind ebenfalls vor der Unterseite der Urwirbel näher aneinander gerückt, dadurch hat sich längs der Wirbelsäule eine von dem Achsentheil des Drüsenblattes ausgekleidete seichte Rinne, die Darmrinne *K*, gebildet. Die an diese Darmrinne anstossenden Innenränder der Seitenplatten *l*, welche die Darmfaserplatte mit der Hautplatte verbinden, hat REMAK Mittelplatten benannt. Sie entsprechen BAER's Gekrösplatten, insofern sie, wie wir gleich sehen werden, das Mesenterium bilden, es gehen aber aus ihnen noch andere Gebilde hervor. In *Fig. III* treffen wir nun wiederum die vorher eingeleiteten Veränderungen beträchtlich weiter fortgeschritten. Alle aus den Urwirbelplatten hervorgehenden wesentlichen Theile sind angelegt. Die bleibende Wirbelsäule ist vorhanden, aus der Wirbelkernmasse hat sich das Spinalganglion *b* mit den Nervenwurzeln und dem peripherischen Nervenstamm *c* gebildet; diese Theile sind mit der Muskelplatte *d* in die Hautplatte der Seiten-

platten hineingewachsen; die inneren oberen Kanten der Urwirbel haben sich durch die obere Vereinigungshaut *e* über dem Medullarrohr vereinigt. Das Resultat der Spaltung der Seitenplatten, die Bestimmung ihrer beiden Schichten liegt jetzt klar zu Tage. Die Hautplatten haben sich mit ihrem Hornblattüberzug weiter nach der Bauchseite des Embryo herumgekrümmt, der Nabel, d. h. die Oeffnung, durch welche die Bauchhöhle mit der Eihöhle communicirt, ist daher schon beträchtlich verkleinert. Dadurch, dass die Spaltung der Seitenplatten ihren äusseren Rand überschritten hat, auch auf den extraembryonalen Theil des mittleren Keimblatts übergegangen ist (ein Vorgang, auf den wir bei der Erörterung der Amnionbildung zurückkommen), ist die Pleura-Peritonealhöhle nach dem Nabel zu geöffnet. Die Darmfaserplatten *ll* haben sich mit ihren äusseren Rändern von den Hautplatten ganz entfernt und um die Darmrinne zu einem Rohr *D* zusammengeneigt, welches nach unten durch den *ductus vitello-intestinalis* mit der Keimblase (Nabelblase) communicirt. Das Drüsenblatt *m* kleidet das gebildete Darmrohr aus und geht durch den *ductus vitello-intestinalis* in die Nabelblase über, welche aus dem peripherischen Theil dieses Blattes und der Darmfaserplatte (Gefässblatt) besteht. Die Darmfaserplatten haben sich aber auch auf der oberen, der Wirbelsäule zugekehrten Seite des Darms durch eine Nath vereinigt, so dass die Darmfaserwand oben geschlossen ist. Diese Vereinigung geht mit der Bildung eines Mesenteriums *k* Hand in Hand; durch das Zusammenstossen der Darmfaserplatten in der Mitte treten die als Mittelplatten (*l* Fig. II) bezeichneten Innenränder der ursprünglichen Seitenplatten zusammen und bilden ausser dem Mesenterium *k* die Grundlage für die Urnieren *h* und Geschlechtsdrüsen *i*, deren Anlagen in dem Durchschnitt sichtbar sind. Mit dieser Vereinigung der Mittelplatten ist ferner die Verschmelzung der beiden primitiven Aorten (*f* Fig. II) zu der einfachen bleibenden Aorta *f* Fig. III verbunden. Auf diese einfache in allen Punkten verständliche Weise wird nach REMAK Rumpfwandung und Darmkanal geschaffen; eine ursprüngliche einfache Anlage, die Seitenplatten des mittleren Keimblattes, spaltet sich in eine für die Bildung des Leibrohrs und eine für die Bildung des Darmrohrs bestimmte Schicht. Zur Rechtfertigung der Bevorzugung dieser Anschauung der BISCHOFF'schen gegenüber machen wir nur auf einen Punkt aufmerksam. Nach BISCHOFF löst sich zur Bildung der äusseren Haut des Darmes, also zunächst seiner Serosa, das Gefässblatt von der Innenseite der aus dem animalen Blatt gebildeten Rumpfwandung los, und doch finden wir diese Innenseite von demselben Ueberzug bekleidet, wie die Aussenwand des Darmrohrs. Es muss also der seröse Ueberzug der Därme als das Product des Gefässblattes, derjenige der Rumpfwandung als eine Bildung des animalen Blattes betrachtet werden, was zu der sonst durchweg bestätigten Entstehung histologisch gleichartiger Gebilde aus gleicher Grundlage in vollem Widerspruch steht.¹

¹ Anhangsweise lassen wir eine kurze Skizze der weiteren Ausbildung des Darmkanals, insbesondere der Bildungsgeschichte derjenigen Drüsen folgen, welche sich von

dem einfachen Darmrohr durch Ausbuchtung seiner Wandung abgliedern, der Lungen, Leber, des Pankreas und der Nieren. Alle vier bilden sich als Ausbuchtungen des Darmrohrs, bestehen demnach ursprünglich aus denselben zwei Lagen wie dieses, d. h. des Gefäßblatts und vegetativen Blattes nach BAER und BISCHOFF, der Darmfaserplatten und des Drüsenblatts nach REMAK (vergl. BISCHOFF, *Hundeei*, Taf. X, Fig. 41 L M. REMAK, *Unters. Taf. VI*). Die Lungen entstehen, wie zuerst BAER beobachtet, zunächst als einfache Verdickung der Faserwand der dem Herzen zugewendeten Seite des Vorderdarms; derselbe theilt sich alsbald in zwei hohle Höcker, deren enger in den Darm mündender hinten blind endigender Kanal von einer Fortsetzung des Drüsenblattes (vegetativen Blattes) ausgekleidet ist. Dieser in die Höcker der Darmfaserplatten hineingewachsene Drüsenblattschlauch ist die Grundlage des zusammenhängenden Epithelrohrs der Bronchien und Lungenbläschen, die Masse der Darmfaserplatten die Grundlage der Faserwand (mit den Knorpeln) der Lungen mit den Blutgefäßen. Die weitere Entwicklung besteht darin, dass der Drüsenblattschlauch sich verästelt, seine Aeste in das Parenchym der Darmfaserplatte hineintreibt und dadurch dasselbe mehr und mehr zerklüftet, bis endlich die an den Enden und Seitenwänden der Aeste des Schlauchs gebildeten Bläschen sich allenthalben berühren, nur durch ausserordentlich dünne Reste des Parenchyms der Aussenwand von einander geschieden. Die Bildung der Lungenlappen bei den Säugethieren geschieht durch Einfurchung der Aussenwand (Darmfaserplatten) von der freien Oberfläche aus. Anfangs münden die beiden Drüsenblattschläuche gesondert nebeneinander in das Darmrohr, die Luftröhre bildet sich erst nachträglich durch Ausziehung der Darmrohrwand selbst. Die Uranlage der Leber besteht (nach BAER, BISCHOFF und REMAK) aus zwei hohlen Auswüchsen der Bauchseite des Darmrohrs in der Gegend der vorderen Darmpforte; sie ragen daher nach REMAK in die sogenannte Herzhöhle (*K Fig. 2 u. 3*, pag. 218 f.) hinein; REMAK nennt dieselben primitive Lebergänge. Auch hier ist der die Höhlung auskleidende Drüsenblattschlauch die Grundlage des Drüsenzellenparenchyms; seine nächsten Umwandlungen bestehen in einer fortschreitenden Verästelung und Verschmelzung der getriebenen Aeste mit ihren Enden oder durch Queräste zu einem Netzwerk; später wird nach REMAK die Vermehrung der Aeste durch Längsspaltung hervorgebracht. Diese Aeste (Lebercylinder) werden als solide Zellenbalken betrachtet. Später sollen nach REMAK's Beobachtungen am Kaninchen diese Lebercylinder sich an der ganzen Oberfläche mit kleinen zottenförmigen Auswüchsen, den secundären Lebercylindern bedecken, und so jeder primitive Lebercylinder zu einem Leberläppchen sich umbilden. Die Angaben und Vermuthungen REMAK's über die speciellen Beziehungen dieser Theile zu dem fertigen Leberparenchym sind nicht ganz klar und zwar namentlich, weil damals ein wesentliches Moment der Leberstructur noch nicht bekannt war, d. i. die von BEALE entdeckte Thatsache, dass das secernirende Parenchym bis in sein letztes feinstes Maschenwerk zwischen den Capillaren der Leberinseln aus einem verästelten und netzförmigen verflochtenen Röhrensystem mit membranöser Wand besteht. Dadurch fällt die früher so viele Scrupel verursachende Frage nach dem Uebergang der Gallengänge in die membranlosen freien Leberzellenbalken gänzlich weg, letztere sind nichts Anderes als membranwandige Aeste der ersteren, daher wohl auch in der Entwicklung durch allmälige Verästelung des Drüsenblattschlauchs der beiden primitiven Lebergänge entstanden. Die Gallenblase entsteht als blind-sackartige Ausbuchtung des rechten Leberganges. Das Pankreas entsteht ebenfalls zunächst als eine halbkuglige Ausbuchtung des Darmrohrs, welche an dessen Rückenwand ungefähr auf gleicher Höhe mit den Lebergängen sich bildet; die Drüsenblattauskleidung der Anfangs kleinen Höhle verästelt sich baumförmig in die verdickte, von der Darmfaserplatte herrührende Wandung hinein, und wird so zur Grundlage des Epithels der Drüsenbläschen und Drüsengänge, während die Gefässe und Faserwände derselben aus der äusseren Darmfaserplattenschicht entstehen. Auch die Nieren haben eine analoge Entstehung und Entwicklungsgeschichte; sie bilden sich als Ausbuchtungen der Kloake, d. i. des hinteren gemeinschaftlichen Endes des Urdarms und der Allantois, bestehend aus einer äusseren Wand, Fortsetzung der Darmfaserplatte und einem Epithelialrohr, Fortsetzung des Drüsenblatts. Letzteres verästelt sich in Haupt- und Nebenäste, letztere schlängeln sich an ihren Enden (Rindensubstanz) und umwachsen die aus der äusseren Schicht gebildeten Gefässknäuel. Der Magen entsteht als eine ursprünglich flaschenförmige Erweiterung des Vorderdarmrohrs, welche bald an ihrer hinteren Wand stärker ausgebuchtet wird und dann sich querstellt. Anhangsweise noch eine zweite kurze Darstellung. Ohnstreitig einer der interessantesten Theile der speciellen Entwicklungsgeschichte der Organe ist die Lehre von der Metamorphose der sogenannten Kiemen- oder Visceralbogen, welche wir aus diesem Grunde hier kurz skizziren,

indem wir diejenigen, welche sich ausführlicher darüber unterrichten wollen, auf die citirten allgemeinen Werke über Entwicklungsgeschichte und auf die folgenden klassischen Specialarbeiten verweisen: REICHERT, *de arcubus sic dictis bronchialibus*, Berlin 1837, MUELLER'S *Arch.* 1837, pag. 120 und *über die Entw. des Kopfes der nackten Amphibien*, Königsberg 1839; RATHKE, 4. Ber. *über die naturw. Samml. zu Königsberg* 1839 und *Entw. d. Natter*, Königsberg 1839. In Betreff der bildlichen Darstellung der zu besprechenden Verhältnisse verweisen wir auf BISCHOFF'S Specialwerke und ECKER'S *Icon. phys.* Die sogenannten Kiemen- oder Visceralfortsätze werden als Schädelrippen aufgefasst, d. h. wie von allen aus den Belegmassen der *chorda dorsalis* (REMAK'S Urwirbeln) hervorgegangenen Wirbeln sich paarige, nach vorn verlaufende Seitenfortsätze entwickeln, aus welchen bei den Brustwirbeln die Rippen entstehen, so wachsen analoge Fortsätze auch von den um das vordere Ende der Chorda gebildeten Grundstücken der Schädelbasis, die als vollständige Analoga der Wirbel zu deuten sind, und vom obersten Halswirbel nach vorn, d. h. die Visceralfortsätze, und wachsen bei ihrer Begegnung in der vorderen Mittellinie zu Bogen, den Visceralbogen, zusammen, wie die Rippenfortsätze unter Bildung des Brustbeins zu Rippenbogen verwachsen. Nach REMAK sind die Visceralbogen Verdickungen der seitlichen Parthien der Schlundplatten, von einander getrennt durch die Schlundspalten. Letztere lässt REMAK dadurch entstehen, dass rinnenförmige Ausstülpungen des Drüsenblatts nach aussen durchbrechen, dann sich in der Achse der Rinne spalten und so mit ihren beiden Hälften die Ränder der Spalten saumartig bekleiden. Nach der älteren Anschauung sind die Visceralbogen Verdickungen der Visceralplatten, die Spalten durch Resorption der zwischen ihnen liegenden Substanz entstanden. Die Zahl der Visceralfortsätze ist vier auf jeder Seite; sie bilden sich bald nach begonnener Abschnürung des Embryo von der Keimblase nacheinander so, dass zuerst die vordersten, grössten, dicht hinter der vorderen umgebogenen Hirnzelle gelegenen erscheinen, dann die nächst hinteren u. s. f. Man nannte sie ursprünglich Kiemenfortsätze, wegen ihrer auffallenden Analogie mit gleichen Fortsätzen



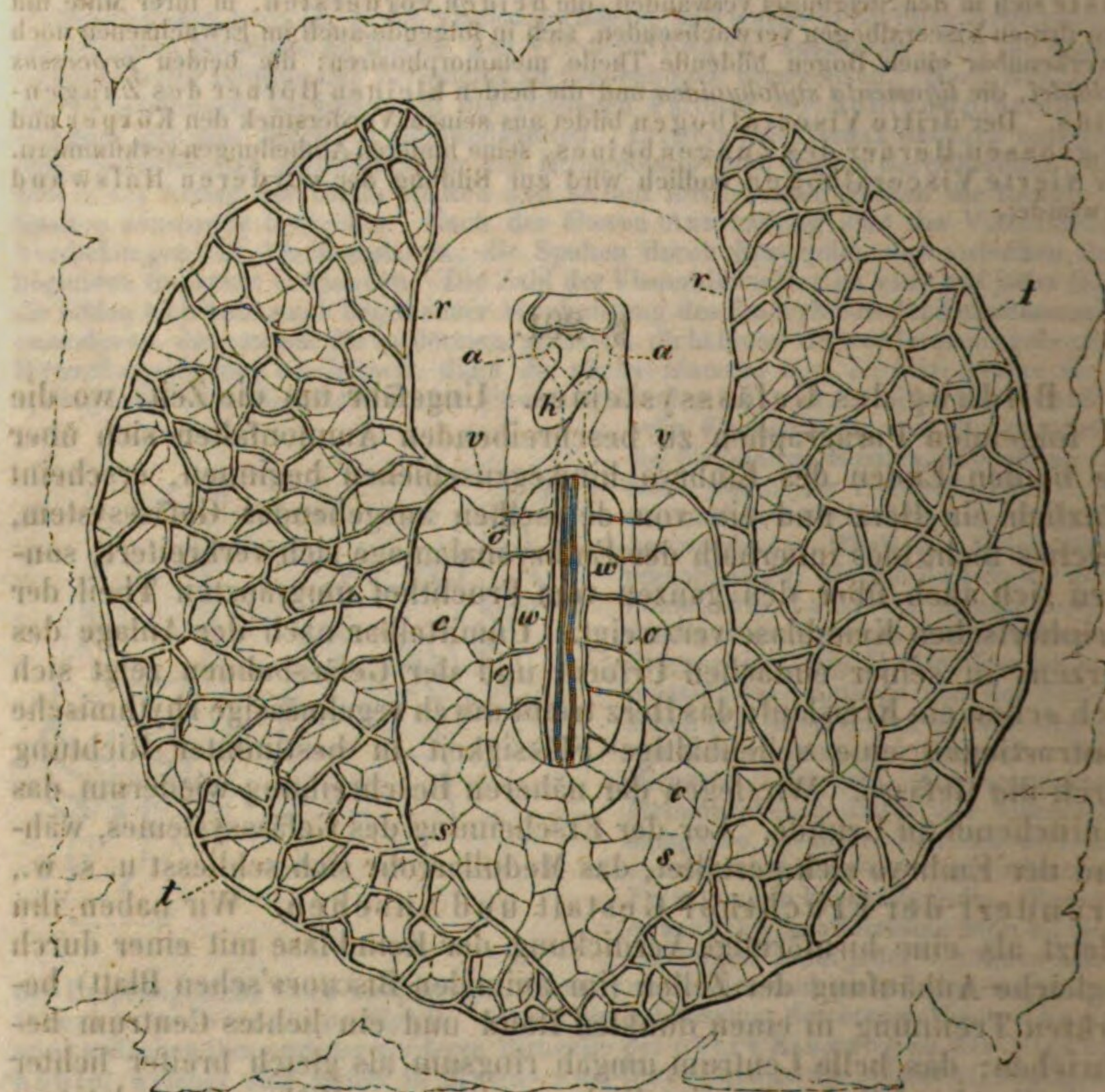
beim Fischembryo, aus denen wirklich die bleibenden Kiemen entstehen; REICHERT nannte sie Visceralfortsätze, weil sie, nachdem sie zu Bogen vereinigt sind, den vordersten Theil der Visceralhöhle umschliessen, wie die Rippen die Brusthöhle. Fig. I stellt die Visceralfortsätze des Hundeembryo von vorn gesehen nach BISCHOFF dar, Fig. II dieselben bei einem menschlichen Embryo von der Seite gesehen (O Ohrbläschen, Anlage des inneren Gehörorgans zur Seite der dritten Hirnzelle, A Auge). Die wunderbaren Metamorphosen dieser vier Visceralfortsatzpaare, beziehentlich der aus ihnen entstandenen Bogen sind nach REICHERT'S Forschungen kurz folgende. Bevor die ersten Visceralfortsätze sich zu Bogen vereinigen, treibt jeder von ihnen nahe an der Ursprungsstelle einen knopfartigen Fortsatz nach vorn und innen, den sogenannten Oberkieferfortsatz *o*, Fig. II. Durch die Schliessung des ersten Visceralbogens wird zwischen ihm und der vorderen Hirnzelle der obere Eingang in die Visceralhöhle, welcher sich später in Mund- und Naseneingang scheidet, abgegränzt. Der Visceralbogen sowohl wie seine beiden Oberkieferfortsätze überkleiden sich jetzt äusserlich mit neuen Anlagerungen, einer „Belegmasse“. Die Belegmasse des Oberkieferfortsatzes wandelt sich in den Oberkiefer und das Jochbein um, der Oberkieferfortsatz selbst in das *os palatinum* und *pterygoideum*. Die Belegmasse des ersten Visceralbogens wird zum Unterkiefer (BISCHOFF, *Hundeei*, Fig. 42 C, *Rehei*, Fig. 38); seine Substanz selbst wandelt sich in einen Knorpelstreifen um, welcher sich später in eine vordere und hintere Abtheilung gliedert; die hintere an den Schädel gränzende Abtheilung ist die Grundlage des Ambosses, das hintere Endstück der vorderen Abtheilung wird zum Hammer, der übrige Theil persistirt längere Zeit als knorpeliger Fortsatz, welcher vom Hammer aus längs der Innenseite des Unterkiefers von MECKEL gefunden wurde, sogenannter MECKEL'Scher Fortsatz, geht aber später vollständig zu Grunde. Von der Innenseite des ersten Visceralbogens

entwickelt sich in der Mitte die Zunge als ein kleines, rückwärts gerichtetes Knöspchen. Nachdem auch das zweite Paar der Visceralfortsätze sich zum Bogen vereinigt hat, verwächst dieser zweite Visceralbogen mit dem ersten vorn in der Mitte vollständig; auf beiden Seiten bleibt dagegen zwischen beiden Bogen eine Spalte, welche sich durch eine dünne membranöse Scheidewand zwischen den einander zugekehrten Rändern der Bogen ausfüllt. Diese Scheidewand ist die Anlage des Trommelfells, der nach aussen von ihr gelegene Theil der Spalte wird zum äusseren Gehörgang, der nach innen gelegene zur Paukenhöhle und Eustachischen Trompete, während das äussere Ohr sich durch eine Wucherung des hinteren Randes des äusseren Theiles der Spalte entwickelt (ECKER, *lc.* Taf. XXVI, Fig. 12 a; Taf. XXVII, Fig. 1—3, 6). Der zweite Visceralbogen gliedert sich jederseits in drei Abtheilungen, von denen die hinterste an den Schädel stossende zu Grunde geht, die mittelste sich in den Steigbügel verwandelt, die beiden vordersten, in ihrer Mitte mit dem dritten Visceralbogen verwachsenden, sich in folgende auch im Erwachsenen noch unverkennbar einen Bogen bildende Theile metamorphosiren: die beiden *processus styloidei*, die *ligamenta stylohyoidea* und die beiden kleinen Hörner des Zungenbeins. Der dritte Visceralbogen bildet aus seinem Vorderstück den Körper und die grossen Hörner des Zungenbeins, seine hinteren Abtheilungen verkümmern. Der vierte Visceralbogen endlich wird zur Bildung der vorderen Halswand verwendet.

§. 291.

Bildung des Gefässsystemes. Ungefähr um die Zeit, wo die im folgenden Paragraphen zu beschreibenden Amnionfalten sich über die beiden Enden des Embryo hinwegzuschieben beginnen, erscheint plötzlich ein Herz und ein von demselben ausgehendes Gefässsystem, welches nicht blos innerhalb der Embryonalanlage sich verbreitert, sondern sich auch über den ganzen vom Fruchthof umgränzten Theil der peripherischen Keimblase verzweigt. Unmittelbar nach der Anlage des Herzens in seiner einfachen Urform und der Gefässbahnen zeigt sich auch schon ein Kreislauf; das Herz treibt durch regelmässige rhythmische Contractionen eine zellenhaltige Flüssigkeit in bestimmter Richtung durch die Gefässe. Wir legen der näheren Beschreibung wiederum das Kaninchenei zu Grunde. Vor der Erscheinung des Gefässsystemes, während der Embryo sich gestaltet, das Medullarrohr sich schliesst u. s. w., verändert der Fruchthof Gestalt und Ansehen. Wir haben ihn zuletzt als eine birnförmige Verdickung der Keimblase mit einer durch ungleiche Anhäufung der Zellen (im animalen Bischoff'schen Blatt) bewirkten Trennung in einen dunklen Rand und ein liches Centrum beschrieben; das helle Centrum umgab ringsum als gleich breiter lichter Saum die ebenfalls birnförmige Embryonalanlage. Während nun letztere sich weiter entwickelt, breitet sich der Fruchthof weiter und weiter aus, so dass er bald die ganze Hälfte der Keimblase einnimmt, während er zugleich wieder eine runde Form annimmt. Dabei ändert sich aber auch das Verhältniss zwischen lichtem Centrum und heller Peripherie; durch zunehmende Verdickung nimmt zunächst fast der ganze Fruchthof bis auf einen schmalen Saum um den Embryo ein dunkles Ansehen an, und später reducirt sich der helle Theil auf einen verhältnissmässig kleinen halbmondförmigen Hof um das Kopfbende des Embryo. Jetzt erscheint Herz und Gefässsystem, und zwar beide gleichzeitig in folgender Lage

und Anordnung. (ECKER, *Id.*, *Taf.* XXX). Schneidet man den vom Fruchthof eingenommenen Theil der Keimblase aus und betrachtet ihn von innen, den Embryo also von der Bauchseite her, so zeigt sich das Herz als ein einfacher, Anfangs gerader, bald sich S-förmig biegender Schlauch *h* an der durch die Abschnürung gebildeten vorderen (Brust-)Wand des Kopfendes. Das obere Ende des Herzschlauches versteckt sich unter der umgebogenen vordersten Hirnzelle, spaltet sich hier in zwei divergirende Schenkel, die Aortabogen *aa*, welche bogenförmig nach der Rückwand umbiegen,



und hier als zwei längs der Urwirbelsäule an deren Bauchseite der Chorda parallel fortlaufende primitive Aorten sich bis zum Schwanzende des Embryo fortsetzen, wo sie im Anfang der Gefässanlage blind endigen. Diese beiden primitiven Aorten oder Wirbelarterien *ww* (*ff* *Fig.* I u. II pag. 220) verschmelzen später zu einer einfachen Aorta (*f* *Fig.* III, pag. 220), indem sie durch die beschriebene Vereinigung der Mittelplatten REMAK'S (Innenränder der Seitenplatten) zusammengedrängt werden. Von den primitiven Aorten oder Wirbelarterien gehen unter rechtem

Winkel zahlreiche Aeste *oo*, *arteriae omphalomesentericae*, Nabelblasenarterien, jederseits nach aussen ab, überschreiten den Rand der Embryonalwände (Visceralplatten BISCHOFF's, Seitenplatten REMAK's) und verzweigen sich netzförmig in der durch die einfachen Linien (*c*) angedeuteten Weise im ganzen Bereiche des Fruchthofes, mit Ausnahme eines kleinen Abschnittes oberhalb des Kopfendes. Die äussersten feinen Zweige der Nabelblasenarterien münden in ein weites einfaches Gefäss *tt*, die *vena terminalis*, welche, wie die Figur zeigt, ringsherum an der Gränze des Fruchthofes, mit Ausnahme jener Stelle über dem Kopfende, verläuft. Aus der *vena terminalis* entspringt ein zweites gröberes, durch doppelte Contouren in der Figur bezeichnetes Gefässnetz, welches sich ebenfalls im Bereich des peripherischen Theiles des Fruchthofes verzweigt und seine Aeste in zwei von oben herab kommende, den Rest des hellen Fruchthofes umkreisende Stämmchen *rr* und zwei von unten herauf in gewissem Abstand vom Rande der Visceralplatten aufsteigende Stämmchen *ss* sammelt. Das obere und untere Stämmchen jeder Seite fliesst endlich in der Höhe des oberen Einganges in die Visceralhöhle zu einem einfachen Stamm *v*, der *vena omphalomesenterica*, Nabelblasenvene, welche sich in das untere Ende des Herzschlauches einsenkt, zusammen. Die beschriebenen Bahnen durchströmt das vom Herzen fortgepumpte Blut in der Ordnung, in welcher wir sie aufgeführt haben, durch die Aortenbogen vom Herzen fort, und endlich durch die Nabelblasenvenen in dasselbe zurück. Es versteht sich von selbst, dass derjenige Theil des Gefässsystems, welcher sich über den Embryo hinaus im Fruchthof verzweigt, nur eine provisorische Einrichtung ist, welche sich nur während einer kurzen Epoche des Eilebens erhält, und nur dazu dient, dem Embryo das im peripherischen Theil der Keimblase noch aufgespeicherte Ernährungsmaterial zuzuführen. Sobald der Embryo auf später zu beschreibende Weise mit dem mütterlichen Blute sich in Communication gesetzt hat, verkümmert mit dem ganzen Rest der Keimblase auch das derselben angehörige peripherische Gefässsystem vollständig. Bei dem einen Säugethiereie geschieht dies früher, bei dem anderen später. Auffallend zeitig vergeht z. B. beim Rehei die Keimblase und das Nabelblasengefässsystem; letzteres scheint hier überhaupt nie so stark entwickelt zu sein, wie beim Kaninchen- oder Hundeei, BISCHOFF sah nur einige wenige Gefässe, *vasa omphalomesenterica*, von der Keimblase in die Visceralhöhle eintreten.

Wir haben bereits mehrfach erwähnt, dass die Entstehung der ersten Gefässe zuerst von PANDER, später von BAER und BISCHOFF in ein besonderes Keimblatt, das sogenannte Gefässblatt, welches zwischen animale (serösem) und vegetativem (Schleim-) Blatt sich entwickeln sollte, verlegt wurde. Wir haben aber auch diese Annahme an verschiedenen Stellen bereits in REMAK's Sinne berichtigt. Es ist richtig, dass die ersten Gefässe einem mittleren Keimblatt angehören, aber falsch, dass dieses Blatt in dem exclusiven Sinne der genannten Autoren Gefässblatt sein, als solches einem animalen, zur Bildung der animalen Organe bestimmten Blatt, gegenüberstehen soll. Wir wollen uns zunächst

durch schematische Abbildungen die Verhältnisse dieses vermeintlichen Gefässblatts im PANDER-BAER-BISCHOFF'schen Sinne vorstellen. In einem idealen Durchschnitt des Kanincheneies nach Ausbildung des Gefäss-



blattes und der im folgenden Paragraphen zu erörternden Trennung des animalen Blattes in seröse Hülle *S* und Amnion *A*, würde daher das Gefässblatt der punktirten Linie *G* entsprechen, *t* den Durchschnitt der an der Gränze des Fruchthofes verlaufenden und das Gefässblatt selbst begrenzenden *vena terminalis* darstellen. Auch beim Meerschweinchenei entwickelt sich ein Gefässblatt mit entsprechendem Gefässsystem zwischen animalelem und vegetativen Blatt, liegt aber hier wegen der öfter berührten verkehrten Anordnung der beiden letzten Blätter an der Innenfläche des vegetativen Bläschens, wie die punktirte Linie *G* in dem pag. 216 gegebenen idealen Durchschnitt angiebt. Die Bildungsstätte des Herzens und der Gefässe des ersten Kreislaufs in REMAK's Sinne ergibt sich klar aus den früher gegebenen Darstellungen. Wir sahen das Herz aus einer Verdickung der Darmfaserplatte der umgebogenen Kopfplatten des mittleren Keimblattes entstehen (*l. Fig. II u. III*, pag. 218). Derselben Schicht, der Darmfaserplatte des mittleren Keimblattes, gehört auch das ganze oben skizzierte Gefässsystem an. Der ausserhalb des Embryo befindliche Theil des letzteren bis zur *vena terminalis* entsteht in dem peripherischen Theile des mittleren Keimblatts, noch bevor die innerhalb des Embryo eingetretene Spaltung desselben in Haut- und Darmfaserplatten in den peripherischen Theil sich fortgesetzt hat. Diese Darmfaserplatte ist aber erstens, wie wir zur Genüge im Vorhergehenden gesehen haben, keineswegs ausschliesslich für die Gefässbildung bestimmt und zweitens entwickeln sich Gefässe auch in der oberen Schicht des mittleren Keimblatts, den Hautplatten, nach REMAK sogar auch in dem zum Medullarrohr umgewandelten Theil des oberen Keimblatts, niemals aber im Drüsenblatt und den aus diesem hervorgegangenen Bildungen.¹

¹ Ueber die Entstehungsweise der Gefässe in der Keimblase sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Nach der einen sollen sie, wie die Capillargefässe überhaupt nach SCHWANN's Beobachtungen, aus einfachen embryonalen Zellen entstehen, welche sternförmig auswachsen und sich untereinander durch die entgegenkommenden Ausläufer verbinden. Nach REICHERT soll das Herz, wenn es zu pumpen anfängt, durch das fortgepresste Blut selbst die Bahnen in der locker zusammenhängenden Zellschicht brechen. Gegen beide Ansichten lassen sich gewichtige Einwände erheben, gegen die erstere, dass die ersten Fruchthofgefässe keine wahren Capillaren im histologischen Sinne, und das gleichzeitige plötzliche Erscheinen von Gefässbahnen und darin sich bewegenden massenhaften Zellen mit der SCHWANN'schen Entwicklung unvereinbar erscheint; gegen die REICHERT'sche Ansicht, dass nicht einzusehen ist, woher das Herz solche Blutmassen nehmen und wie es sie fassen sollte, mit denen es das weitverzweigte Netz erfüllte, zweitens, dass auf diesem Wege unmöglich immer dieselben so regelmässig vertheilten arteriellen und venösen Bahnensysteme zu Stande kommen könnten, drittens, dass beim Hühnchen die im Fruchthof erscheinenden Gefässe entschieden schon vor der Ausbildung des Herzens entstehen. Jedenfalls ist die von KOELLIKER

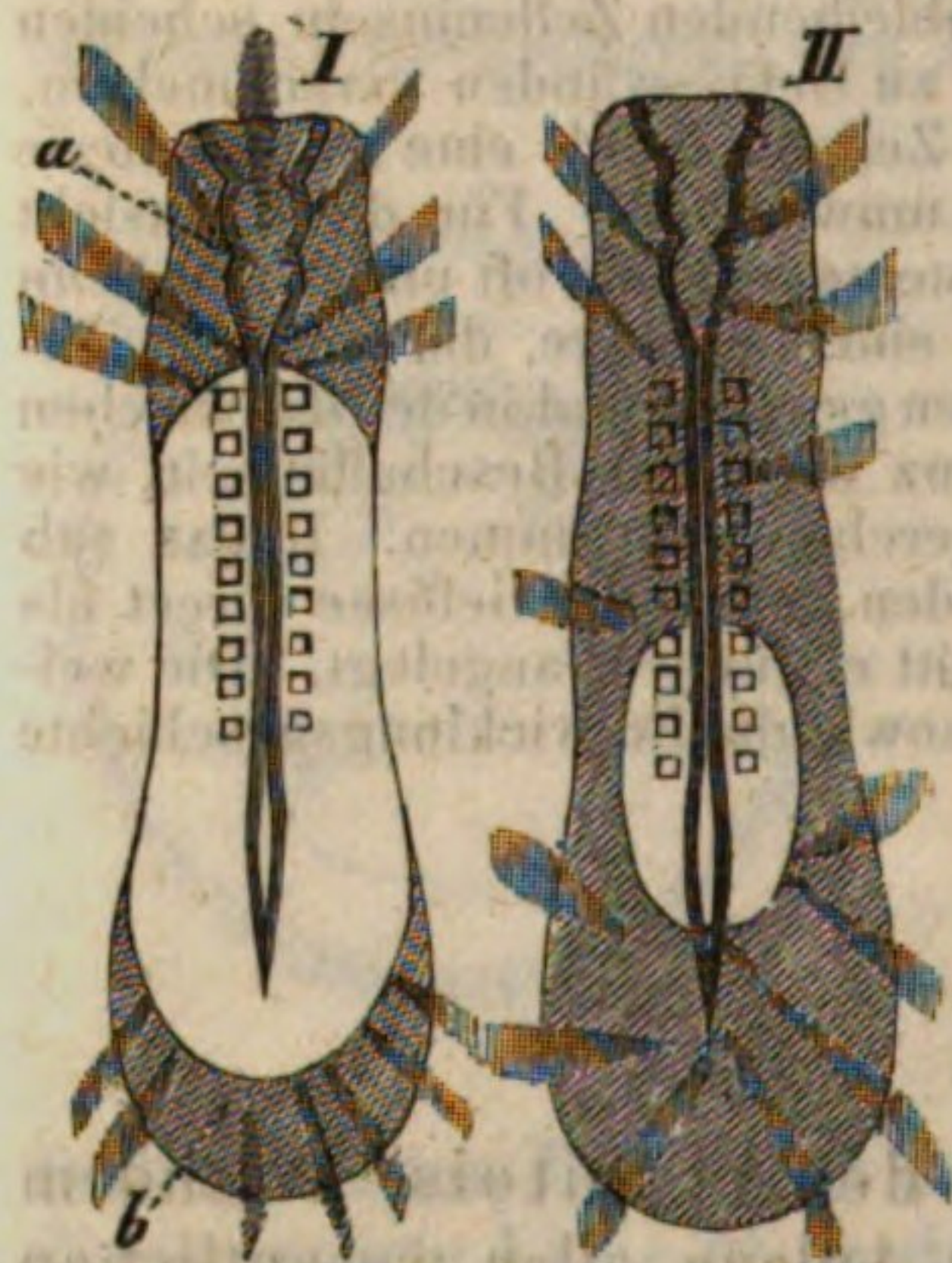
und REMAK vertretene Ansicht die richtigste, dass die ersten Blutgefäße des Fruchthofes in der gleichförmigen Zellschicht dadurch entstehen, dass sich netzförmig verbundene Balken oder Stränge der Zellen von dazwischen liegenbleibenden Zelleninseln scheiden und ihre äussersten eine Rindenlage bildenden Zellen zu Gefässwänden verschmelzen, während die in den Achsen der Balken befindlichen Zellen, durch eine abgesonderte Flüssigkeit gelockert, sich unmittelbar in Blutzellen umwandeln. Für diese Ansicht spricht besonders die erste Erscheinung des Gefässsystems, wie sie oft und leicht beim Hühnchenei zu beobachten ist. Man sieht hier, wie mit einem Schlage, die vorher gleichförmige Zellschicht in zahllose kleine discrete Inselchen getrennt und in den dazwischen bleibenden netzförmigen hellen Kanälen Zellen von ganz derselben Beschaffenheit, wie in den Inseln, als erste kernhaltige farblose Blutkörperchen schwimmen. REMAK sah noch vor der Isolirung der zu Blutkörperchen werdenden Zellen die Gefäße direct als Zellenbalken, welche drei bis acht Zellen im Querschnitt enthielten, angelegt. Die weitere histiologische Ausbildung der Gefässwandungen, sowie die Entwicklungsgeschichte der Blutzellen selbst, gehört nicht hierher.

§. 292.

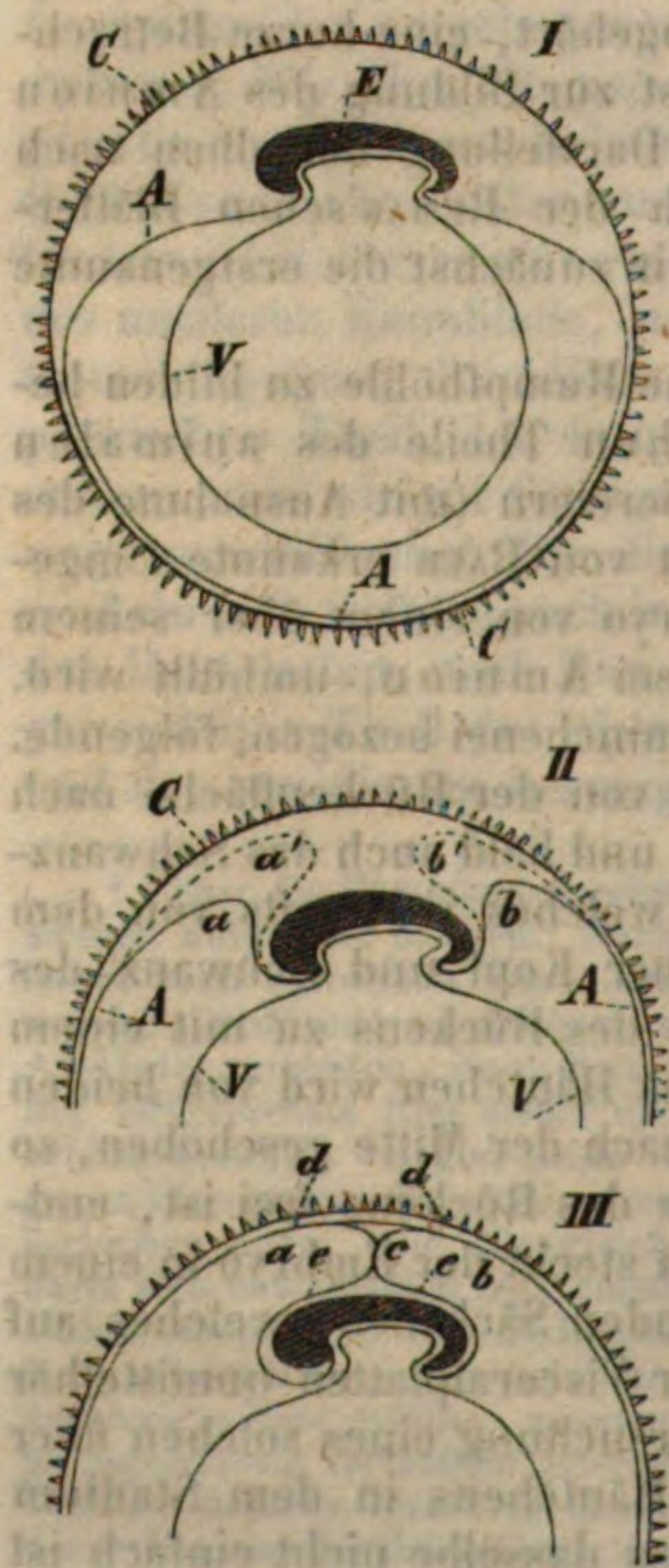
Bildung des Amnion, Chorion und der Allantois. Nachdem wir in den vorhergehenden Abschnitten die Anlage aller wesentlichen embryonalen Gebilde aus den centralen Theilen der Keimblätter verfolgt haben, bleibt uns noch übrig, den peripherischen Theilen der äusseren Eihülle und endlich der sogenannten Allantois, einer Bildung, welche theils dem Embryo, theils dem Ei angehört, eine kurze Betrachtung zu widmen. Wir wenden uns zunächst zur Bildung des Amnion und Chorion, und führen auch hier die Darstellung derselben nach der PANDER-BAER-BISCHOFF'schen und nach der REMAK'schen Blättertheorie parallel nebeneinander her, indem wir zunächst die erstgenannte folgen lassen.

Unmittelbar nachdem der Embryo seine Rumpfhöhle zu bilden begonnen hat, geht mit dem peripherischen Theile des animalen Blattes der Keimblase bei allen Säugethiereiern (mit Ausnahme des Meerschweincheneies) eine wichtige, zuerst von BAER erkannte Umgestaltung vor sich, in deren Folge der Embryo von einem über seinem Rücken geschlossenen zarten Säckchen, dem Amnion, umhüllt wird. Die Erscheinungen sind, zunächst auf das Kaninchenei bezogen, folgende. Man findet bei der Betrachtung des Embryo von der Rückenfläche nach Eröffnung der äusseren Eihaut das Kopfende und bald auch das Schwanzende von einem zarten Häutchen bedeckt, welches jederseits von dem peripherischen Theil der Keimblase her über Kopf und Schwanz des Embryo geschoben ist, und nach der Mitte des Rückens zu mit einem freien halbmondförmigen Rande endigt. Das Häutchen wird von beiden Seiten her immer weiter über den Rücken nach der Mitte geschoben, so dass bald nur noch eine kleine ovale Parthie des Rückens frei ist, endlich schliesst sich auch diese und von nun an steckt der Embryo in einem zunächst seiner Rückenfläche dicht anliegenden Säckchen, welches auf seiner Bauchseite rings an den Rändern der Visceralplatten unmittelbar in dieselben übergeht. Eine genauere Untersuchung eines solchen über das Kopf- oder Schwanzende geschobenen Häutchens in dem Stadium wie es *a* oder *b* Fig. 1 darstellt, lehrt, dass dasselbe nicht einfach ist

sondern nach BAER und BISCHOFF aus zwei Platten besteht, welche an dem



inneren freien Rande ineinander übergehen. Verfolgt man die beiden Platten nach der Peripherie zu weiter, so findet man, dass die obere äussere continuirlich in den peripherischen Theil des animalen Blattes der Keimblase übergeht, die untere dem Embryo anliegende sich um das Kopf- oder Schwanzende herumschlägt bis zu der Stelle, bis zu welcher die Abschnürung vorgeschritten ist, und hier in die Visceralplatten selbst übergeht. Es ist demnach das Häutchen nichts Anderes als eine Falte des peripherischen Theiles des animalen Blattes der Keimblase, welche sich über den Rücken des Embryo vom Kopf- oder Schwanzende aus hinwegschiebt. Bedingungen und Hergang dieser Amnionbildung lassen sich am einfachsten an schematischen Durchschnitten, wie nachstehend folgen, erläutern. Die

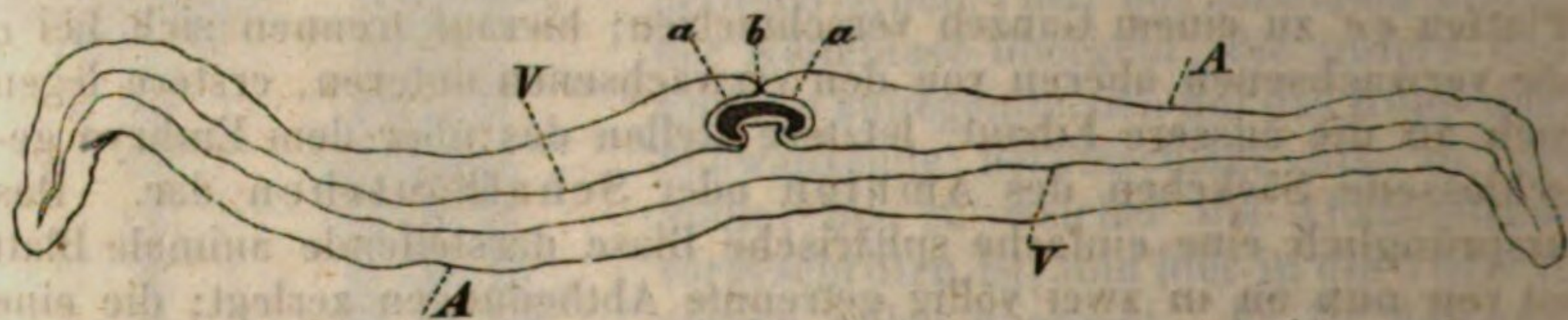


Bedingung der Amnionbildung besteht darin, dass sich der peripherische Theil des animalen Blattes *A* der Keimblase, welcher bisher dem inneren vegetativen Blatt *V* allenthalben innig anlag, von demselben abhebt und ringsum der äusseren Eihaut *C* anlegt, um mit dieser zu einer einzigen Hülle zu verschmelzen. Wie *Fig. I* zeigt, beginnt diese Loslösung des animalen vom vegetativen Blatt zunächst an der dem Embryo diametral gegenüberliegenden Stelle, und schreitet von hier aus nach allen Seiten gegen den Embryo *E* fort. Hier kann die Trennung beider Blätter und die Verwachsung des animalen mit der äusseren Eihaut nicht ohne Weiteres fortgesetzt werden, da ja der Embryo selbst nur eine Verdickung des animalen Blattes ist. Damit daher auch der über dem Rücken des Embryo befindliche Abschnitt der äusseren Haut von dem animalen Blatte austapeziert werden kann, muss dessen peripherischer Theil so weit ausgedehnt werden, dass er auch für diesen Abschnitt mit ausreicht. Zu diesem Behuf erheben sich die zunächst an das Kopf- und Schwanzende des Embryo gränzenden Parthien des animalen Blattes (später auch die an die

Seitenränder gränzenden), wie *Fig. II* lehrt, in Form zweier Falten *a* und *b*, welche sich von vorn und hinten her über den Embryo nach der Mitte seines Rückens zu einander entgegenschieben (*a' b'*) und endlich, wie in *Fig. III* dargestellt ist, in der Mitte des Weges bei *c* zusammenstossen. An der Berührungsstelle verwachsen die Ränder der Falten miteinander, indem die oberen Platten beider *dd* und ebenso die unteren Platten *ee* zu einem Ganzen verschmelzen; hierauf trennen sich bei *c* die verwachsenen oberen von den verwachsenen unteren, erstere legen sich an die äussere Eihaut, letztere stellen das über dem Embryo geschlossene Säckchen des Amnion oder Schafhäutchen dar. Das ursprünglich eine einfache sphärische Blase darstellende animale Blatt ist von nun an in zwei völlig getrennte Abtheilungen zerlegt; die eine besteht aus dem Embryo und der zum Amnion geschlossenen nächstangränzenden Parthie des peripherischen Theils, die zweite aus dem übrigen peripherischen Theil bestehende Hälfte hat ringsum die Innenfläche der äusseren Eihaut (der ausgedehnten Zona) überkleidet und ist mit ihr verschmolzen. Diese zweite Abtheilung des animalen Blattes hat den Namen der serösen Hülle erhalten, die durch Verschmelzung der ursprünglichen äusseren Eihaut mit der serösen Hülle gebildete Begränzungshaut des Eies führt von jetzt an den Namen Chorion oder Lederhaut. Dass nicht, wie REICHERT meint, das Chorion blos von der (nach ihm aus der sogenannten Umhüllungshaut entstehenden) serösen Hülle gebildet wird, während die äussere Eihaut, die ursprüngliche Zona, sich auflöst, geht bestimmt aus dem Umstande hervor, dass die dem späteren Chorion angehörigen Zotten zunächst auf der äusseren Eihaut durch Ablagerung von aussen zu einer Zeit wachsen, wo von der Trennung des animalen Blattes in Amnion und seröse Hülle noch keine Rede, noch nicht einmal der Embryo angelegt ist.

Das Hundeei verhält sich in Bezug auf die Trennung des animalen Blattes in Amnion und seröse Hülle, sowie in Bezug auf die Entstehung und Zusammensetzung des Chorion dem Kaninchenei vollkommen gleich, ebenso die Eier der meisten übrigen Säugethiere und jedenfalls auch das menschliche Ei, obwohl hier der Process der Amnionbildung bis jetzt noch nicht direct beobachtet wurde. Nicht überall aber bleibt im weiteren Verlauf der Entwicklung das Chorion auf die genannten zwei ursprünglichen Bestandtheile beschränkt; wir werden später sehen, dass mit seiner Innenfläche in grösserer oder geringerer Ausdehnung die Wand einer vom Embryo aus entwickelten häutigen Blase, der sogenannten Allantois, verschmilzt; bei dem Kaninchen verwächst sogar der Rest der ursprünglichen Keimblase (die aus dem peripherischen Theil des vegetativen Blattes und dem neu hinzukommenden PANDER'schen Gefässblatt bestehende Nabelblase) mit dem Chorion. Wesentliche Abweichungen in Bezug auf Amnion- und Chorionbildung haben dagegen BISCHOFF's Untersuchungen am Rehei und am Meerschweinchenei herausgestellt, Abweichungen, welche theils durch den beiden Eiern gemeinschaftlichen Mangel einer äusseren Eihaut um die Keimblase, theils durch die Alles verkehrenden verkehrten Verhältnisse der Keimblätter beim

Meerschweinchenei bedingt sind. Bei dem Rehei tritt die Amnionbildung, wie die Abschnürung des Embryo, sehr zeitig ein, indem sich, wie bei den übrigen Eiern, Falten *a a* des langen schlauchförmigen animalen Blattes *A* über den Embryo wegschieben und an der Berührungsstelle *b* verwachsen, während der ganzen Keimblase entlang das zur serösen



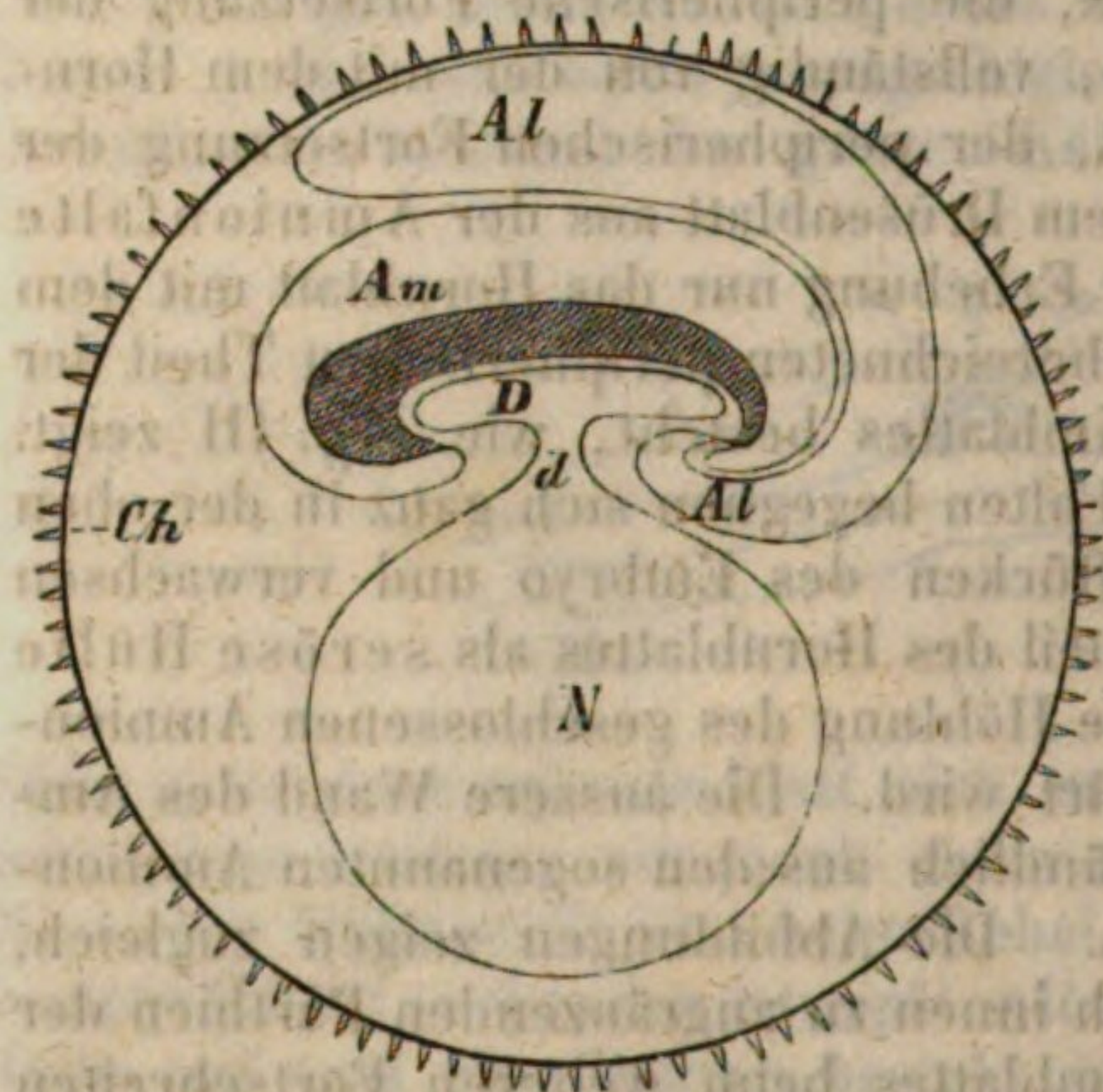
Hülle gewordene animale Blatt sich von dem vegetativen *V* so weit abhebt, dass letzteres nur noch einen dünnen Achsenschlauch darstellt. Die seröse Hülle stellt jetzt beim Rehei allein das Chorion dar, da keine äussere Eihaut vorhanden ist; später löst sich aber sogar auch die seröse Hülle auf und das Chorion besteht zuletzt nur aus der später hinzukommenden Allantois. Beim Meerschweinchenei fällt die Trennung des animalen Blattes in seröse Hülle und Amnion gänzlich weg. Die Umhüllung des Embryo mit einem Amnion ist dadurch erledigt, dass das bläschenförmige animale Blatt, wie die Figur Bd. III. pag. 211 lehrt, von Anfang an über dem Rücken des Embryo geschlossen ist, und somit das Amnion vertritt; da ferner das animale Bläschen innerhalb des vegetativen liegt, kann es unmöglich zur Bildung einer serösen Hülle, als eines Theiles der äusseren Eiumhüllung, verwendet werden. Das Chorion, wenn wir mit diesem Namen ganz allgemein die äusserste Eihülle bezeichnen wollen, wird demnach beim Meerschweinchenei, da ebenfalls eine aus der Zona gebildete äussere Eihaut fehlt, nur durch die zu äusserst liegende vegetative Blase repräsentirt; später schwindet auch diese, und als Chorion kann dann nur das unterdessen an ihrer Innenseite angelegte Gefässblatt bezeichnet werden.

Die REMAK'sche Lehre von der Bildung des Amnion weicht von der eben erörterten nur insofern ab, als nach ihr die obere Schicht des mittleren Keimblattes an dieser Bildung theilhaftig ist; diese Abweichung erklärt sich sehr einfach aus dem Umstand, dass diese Schicht überhaupt von v. BAER und BISCHOFF übersehen, alle ihre Bildungen als Bildungen des sogenannten animalen Blattes aufgefasst worden sind, während wir die untere Schicht des REMAK'schen mittleren Keimblattes im PANDER'schen Gefässblatt wiedergefunden haben. Die Bildung des Amnion nach REMAK ist aus den oben pag. 220 gegebenen Querschnitten des Embryo ersichtlich. Während in *Fig. I* die Bauchränder des Embryo noch geradlinig in die Ebene der peripherischen Keimblase übergehen, haben sie sich in *Fig. II* bereits zu einer Falte *A* erhoben, welche der Kopf- und Schwanzkappe analog als Seitenkappe bezeichnet werden kann. Diese Falte besteht aus dem Hornblatt, dem mittleren Keimblatt, dessen in den Seitenplatten eingetretene Spaltung sich in die Seitenkappe

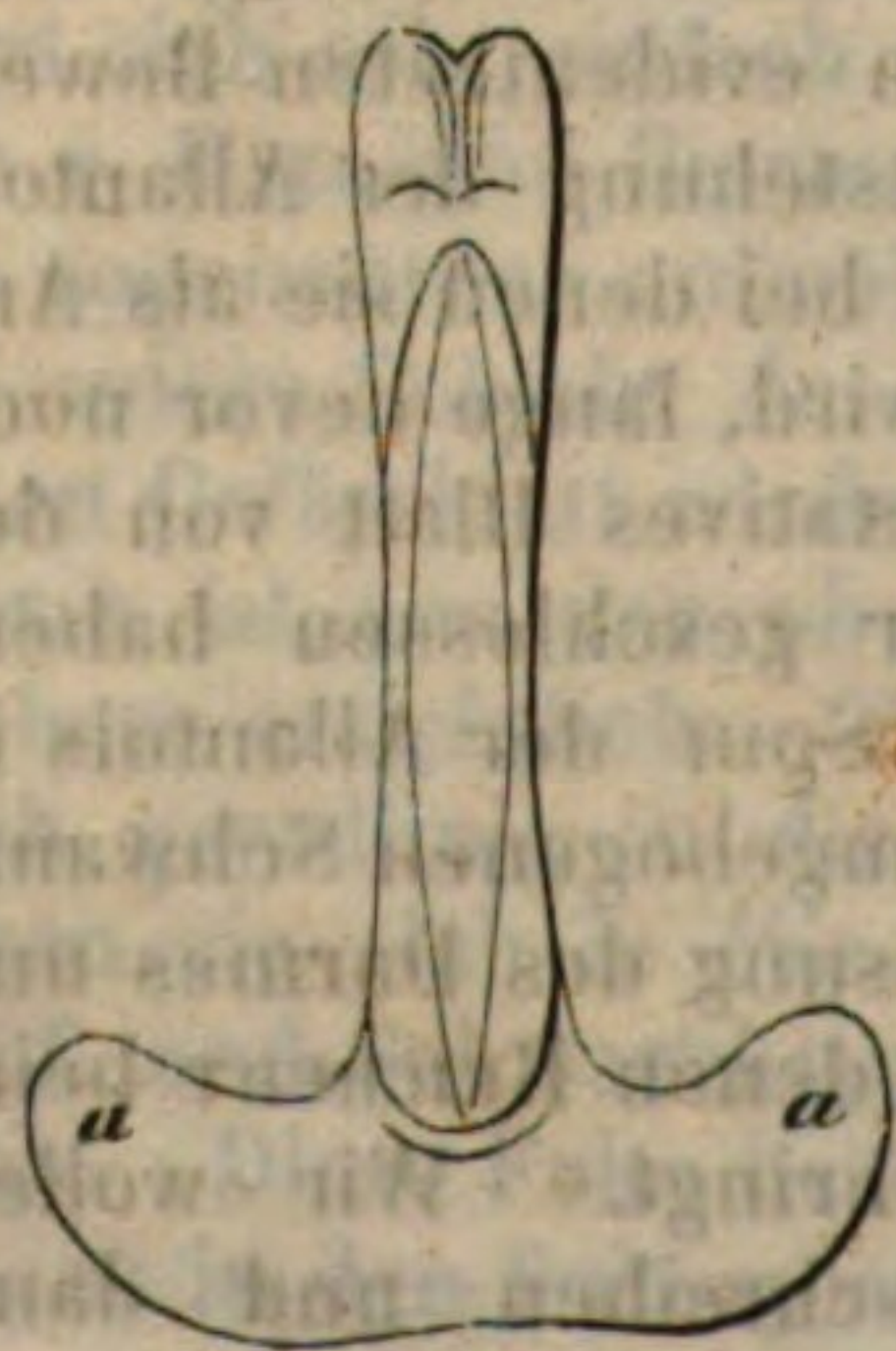
bis zum freien Rand der Falte fortgesetzt hat, und dem Drüsenblatt. Bei der weiteren Erhebung der Falte indessen trennt sich die untere Schicht des mittleren Keimblattes, die peripherische Fortsetzung der Darmfaserplatten (das Gefässblatt), vollständig von der mit dem Hornblatt verbundenen oberen Schicht, der peripherischen Fortsetzung der Hautplatten, und zieht sich mit dem Drüsenblatt aus der Amnionfalte heraus, so dass bei deren weiterer Erhebung nur das Hornblatt mit dem von jetzt an als Amnionplatte bezeichneten peripherischen Theil der oberen Schicht des mittleren Keimblattes besteht, wie *Fig. III* zeigt. Die von beiden Seiten erhobenen Falten begegnen sich ganz in der oben beschriebenen Weise über dem Rücken des Embryo und verwachsen hier, so dass der peripherische Theil des Hornblattes als seröse Hülle von demjenigen Theil, welcher die Höhlung des geschlossenen Amnionsäckchens austapeziert, abgeschnürt wird. Die äussere Wand des Amnionsäckchens besteht selbstverständlich aus den sogenannten Amnionplatten des mittleren Keimblattes. Die Abbildungen zeigen zugleich, dass die an die Amnionplatten nach innen zu angränzenden Parthien der oberen Schicht des mittleren Keimblattes beim weiteren Fortschreiten der seitlichen Abschnürung des Embryo dessen Bauchwand bilden; REMAK bezeichnet sie daher als Bauchhaut. Der Rand, an welchem die Bauchhaut in die Amnionplatten übergeht, umgränzt die Nabelöffnung, welche weiter und weiter reducirt wird bis auf eine enge Oeffnung, durch welche der *ductus vitello-intestinalis* vom Darm zur Nabelblase (d. h. der peripherischen Fortsetzung der Darmfaserplatten und des Drüsenblattes) und die Allantois heraustritt.

Wir wenden uns zur Erörterung dieses letzten Egebildes, der Allantois, oder des Harnsacks, welcher in mehrfacher Beziehung von Wichtigkeit ist, einmal weil ihm für das Eileben wichtige Functionen, vor Allem die Herstellung einer Communication zwischen mütterlichem und embryonalem Blut, zukommen, zweitens, weil er theilweise zu bleibenden Organen des Körpers verwendet wird. Die Allantois ist ursprünglich ein blasenförmiger Auswuchs des Embryokörpers selbst, wie durch die Untersuchungen von REICHERT und BISCHOFF unzweifelhaft dargethan ist, nicht, wie früher (v. BAER) vielfach behauptet wurde, eine Ausstülpung des Darmrohres, mit welchem erst später ihr Anfangsstück in offene Verbindung tritt (Kloakenbildung). Den evidentesten Beweis für die vom Darm unabhängige selbständige Entstehung der Allantois liefern die Eier des Meerschweinchens und Rehes, bei denen sie als Anhang des hinteren Leibesendes angelegt gefunden wird, lange bevor noch nach der PANDER'schen Theorie Gefäss- und vegetatives Blatt von der Rumpfwandung sich abgelöst und das Darmrohr geschlossen haben. Auch beim Kaninchen fand BISCHOFF die erste Spur der Allantois in Gestalt eines kleinen soliden, der Innenwand des umgebogenen Schwanzendes ansitzenden Zellenhäufchens vor der Schliessung des Darmes und auch vor der Anlage der WOLFF'schen Drüsen, mit denen REICHERT beim Hühnchen ihre Entstehung in Zusammenhang bringt. Wir wollen zunächst die Schicksale der Allantoisanlage beschreiben und dann

ihre Entstehung nach REMAK erörtern, welche die Widersprüche zwischen BISCHOFF und v. BAER vollkommen erklärt. Während dieses Zellenhäufchen wächst,



wird es hohl, verwandelt sich in eine Blase *Al*, welche sich rasch verlängert, neben dem *ductus vitello-intestinalis* (*d*) zur Nabelöffnung der Rumpfhöhle austritt, sich alsbald an der Aussenfläche des Amnion um den Embryo herumschlägt und über dem Embryo in gewisser Ausdehnung an die Innenfläche des Chorion (*Ch*) anlegt, um mit derselben zu verwachsen. Während dieses Wachstums verschmilzt ihr in der Leibeshöhle gelegenes Anfangsstück mit dem hintersten Darmende zu einer gemeinschaftlichen Höhle, der Kloake, und nimmt in sich die Enden der unterdessen gebildeten WOLFF'schen und MUELLER'schen Gänge auf, von denen erstere in ihre Höhlung das erste Secret, welches sich durch seinen Gehalt an Harnsäure und bei den Kälbern an Allantoin als Harn charakterisirt, ergiessen. Sie dient daher als vorläufiger Abzugskanal für die ersten excrementitiellen Producte des embryonalen Stoffwechsels. Ganz ähnlich ist die Entwicklung der Allantois beim Hundeei, nur dass sie hier nach BISCHOFF aus zwei später zusammenfliessenden Zellenhäufchen entsteht und einen weit beträchtlicheren Umfang erlangt, indem sie, sobald sie das Chorion erreicht hat, an demselben im ganzen Umfang des Eies herumwächst, ringsum den Embryo mit seinem Amnion und der Nabelblase von dem Chorion absperrt. Beim Meerschweinchen entsteht die erste Anlage der Allantois mit der des Embryo zu gleicher Zeit in Gestalt jener zapfenförmigen Verlängerung des dunklen Centrums des Fruchthofes (s. die Figur pag. 211),



welches die Visceralplatten darstellt. Dieser solide Anhang des Embryo wächst mit demselben und gestaltet sich zu einem Bläschen, welches zwischen dem vegetativen oder zunächst dem Gefässblatt, sobald dieses ausgeschieden ist, und dem animalen Blatt in die Höhle der Nabelblase hineinwächst. Sie schlägt sich, wie *Al* in der untersten Figur pag. 217 zeigt, an der Seite des Embryo und des als Amnion fungirenden animalen Bläschens *A* vorbei nach der gegenüberstehenden Seite des Eies, und legt sich hier an die Innenfläche des als Chorion fungirenden vegetativen Bläschens an der vom Gefässblatt

nicht überzogenen Stelle an. Interessant ist die Bildung der Allantois auch beim Rehei, bei welchem das ganze hintere Ende des Embryokörpers nach rechts und links zapfenartige Verlängerungen *a a* treibt, so dass der Embryo einem Anker gleicht. Diese beiden Wucherungen der BISCHOFF'schen Visceralplatten bilden die Doppelanlage der Allantois, deren erste Spuren sich ebenfalls vor der Schliessung des Darmes zeigen. Jede dieser Wucherungen verlängert sich rasch nach ihrer Seite hin, und wird zu einer Blase, welche sich zwischen der serösen Hülle einerseits und Embryo, Amnion, Nabelblase andererseits durch die ganze Länge des Eies hinschiebt. Nachdem sie jederseits die Pole des langen Schlauches erreicht hat, löst sich die seröse Hülle auf, so dass nun die Allantois selbst die Stelle der äusseren Eihaut, des Chorion, vertritt. Beim menschlichen Ei verhält sich die Allantois zweifelsohne wie beim Kaninchenei, indem sie an gleicher Stelle entsteht, als gestieltes Bläschen aus der Nabelöffnung herauswächst, sich an einer beschränkten Stelle (der Stelle, wo durch ihre Vermittlung später die Placenta entsteht) der Innenfläche des Chorion anlegt und hier mit demselben verwächst. Sie besteht nur kurze Zeit als Bläschen; sobald sie das Chorion erreicht hat, obliterirt sie bis auf die von ihr getragenen Gefässe, welche eine bleibende Brücke zwischen Embryo und Chorion bilden; daher kommt es auch, dass verhältnissmässig wenige menschliche Eier mit bläschenförmiger Allantois bis jetzt beobachtet und beschrieben worden sind. Vergl. ECKER, *l.c.*, *Taf.* XXV, *Fig.* 5 *Cg.* Aus dem innerhalb der Leibeshöhle gelegenen Anfangsstück der Allantois, dessen Verhältniss zur Bildung der Genitalien schon oben Bd. III. pag. 128 ff. erörtert worden ist, entsteht die Harnblase, als Rest der ursprünglichen durch die Nabelöffnung heraustretenden Fortsetzung findet sich noch der von der Spitze der Harnblase an der vorderen Bauchwand bis zur Nabelgegend verlaufende bandartige Streifen, der sogenannte Urachus.

Wir haben bereits die Allantoisblase als Trägerin embryonaler Blutgefässe zum Chorion bezeichnet, das Verhalten der Allantoisgefässe ist folgendes. Sie bilden ein ziemlich dichtes Gefässnetz, dessen arterieller Theil aus den Fortsetzungen der beiden Wirbelarterien (primitiven Aorten) stammt, dessen Venen sich in zwei Stämmchen sammeln, die sogenannten Cardinalvenen, welche an der Stelle, wo die Allantois aus der Rumpfhöhle tritt, an die Bauchplatte übertreten, und (in REMAK's Mittelplatten) nach vorn verlaufen (*g Fig.* III pag. 220). Das Verhalten des peripherischen Theiles der Allantoisgefässe wird bei der Beschreibung der Placenta ausführlich zur Sprache kommen. Von besonderer Wichtigkeit ist, dass die Allantoisblase, wie der Darm, aus zwei Schichten oder Blättern besteht, welche bei einigen Eiern als deutlich von einander getrennt sich unzweifelhaft nachweisen lassen, bei anderen nur der Analogie wegen anzunehmen sind. Das äussere dieser Blätter ist der Träger der Gefässe und entspricht daher dem Gefässblatt des Darms, das innere gefässlose dem Schleimblatt. v. BAER hat zuerst die Existenz dieser zwei Allantoisblätter erwiesen; sie ergab sich nicht allein als nothwendige Consequenz aus seiner Ansicht, dass

die Allantois als eine Ausstülpung des Darmrohres entstehe, sondern er fand an den Eiern der Hufthiere beide Blätter zu einer gewissen Zeit natürlich von einander geschieden, indem hier, sobald die Allantois das Chorion erreicht hat, ihre gefässtragende Schicht sich von der gefässlosen abhebt und mit der Innenfläche des Chorion verwächst, während die innere gefässlose Schicht als gesonderter Sack im Innern zurückbleibt, von der gefässtragenden durch eine Zwischenflüssigkeitsschicht getrennt. v. BAER gab der mit dem Chorion verwachsenden Gefässschicht den Namen *Endochorion*. BISCHOFF bezweifelte früher die factische Existenz beider Schichten, weil es ihm am Kaninchenei nicht gelang, sie mechanisch, wie die Blätter der ursprünglichen Keimblase, von einander zu trennen; beim Hundeei dagegen überzeugte er sich von derselben, indem er hier an demjenigen Theile der Allantois, welcher dem Amnion und der Nabelblase aufliegt, beide Lagen von einander getrennt fand, während sie an dem mit dem Chorion verwachsenen Theile auf keine Weise zu trennen waren. In ganz ausgezeichnete Weise erfolgt ferner diese Trennung der Blätter nach BISCHOFF's Beobachtungen am Rehei, wo sich im ganzen Umfange der langen schlauchförmigen Allantois das äussere gefässtragende (auch an das Amnion Gefässe abgebende) Blatt von dem innern gefässlosen (Schleim-) Blatt ablöst. Ersteres, welches beim Rehei allein das Chorion repräsentirt, nennt BISCHOFF *Exochorion*, letzteres *Endochorion*, Bezeichnungen, welche in Bezug auf die speciellen Verhältnisse vollkommen richtig, insofern aber nicht recht zu billigen sind, als sie nicht in Einklang mit BAER's Nomenclatur stehen, nach welcher unter *Endochorion* das äussere Gefässblatt zu verstehen ist, während das Schleimblatt nur als eigentliche Allantois bezeichnet wird.

Man hat darüber gestritten, ob diese beiden Blätter der Allantois als unmittelbare Fortsetzungen der entsprechenden ursprünglichen Blätter der Keimblase zu betrachten sind. Die Frage ist entschieden durch REMAK's Beobachtungen über die Bildung der Allantois. Die Spaltung des mittleren Keimblattes findet in der sogenannten Schwanzkappe ganz in derselben Weise statt, wie in der Kopfkappe; es trennt sich eine zum Schwanztheil des Amnion werdende obere Schicht von der peripherischen Fortsetzung der Darmfaserplatte des Hinterdarms; zwischen beiden Schichten entsteht eine Höhle, welche der Herzhöhle (*k Fig. II und III pag. 218*) analog ist. Die erste Anlage der Allantois zeigt sich in Gestalt zweier solider Wucherungen der Bauchhaut (d. i. der oberen Schicht des mittleren Keimblattes, Fortsetzung der Hautplatten) an dem Umschlagsrand der Beckenbucht. Diese beiden Wucherungen verwachsen zu einer einfachen, welche im Becken ihre Basis bis zu dem Hinterdarm fortschiebt, so dass sie mit dessen Faserwand innig zusammenhängt. In diesen Hügel schickt das Epithelialrohr des Hinterdarms (Drüsenblatt) einen hohlen Auswuchs, so dass von nun an seine Wand aus zwei Schichten besteht, der äusseren gefässreichen, dem mittleren Keimblatt angehörigen und einer inneren Fortsetzung des Drüsenblattes. Diese Angaben erklären vollständig sowohl den Ursprung der beiden

Schichten der Allantois, als auch die Art, wie ihre Verbindung mit dem hinteren Ende des Darms zur Kloake zu Stande kommt.

MUTTER UND FRUCHT.

§. 293.

Das reife menschliche Ei. Wir haben in den vorhergehenden Paragraphen alle wesentlichen Elemente der Eimetamorphose kennen gelernt, die erste Entstehung und theilweise die weitere Ausbildung aller aus der einfachen Grundlage der Eizelle allmählig sich differenzirenden embryonalen und extraembryonalen Gebilde beschrieben. Alle diese Metamorphosen datiren sich von den ersten Abschnitten des für die Entwicklung überhaupt bestimmten Zeitraumes her; alle wesentlichen Theile des Embryo, wie alle seine äusseren Schutzhüllen und Ernährungsapparate, werden in rascher Aufeinanderfolge angelegt, so dass der übrige, bei Weitem längere Theil der Entwicklungszeit, ohne wesentliche neue Gebilde hinzuzufügen, nur mit der allmählichen Vergrösserung und histiologischen Ausarbeitung der bereits vorhandenen hingebraucht wird. Selbstverständlich variiren diese Zeitverhältnisse bei verschiedenen Thieren in weiten Gränzen, indem nicht allein die absolute Dauer der Entwicklung bis zur vollendeten Reife und Geburt, sondern auch die Eintrittszeit und relative Dauer einzelner Entwicklungsvorgänge sehr verschieden sind. Besonders auffallend ist die Kleinheit derjenigen Entwicklungsperiode, in welcher alle Eiegebilde sich abgliedern, gegen die lange Dauer der weiteren Ausbildung beim menschlichen Ei. Obwohl zwischen der Lösung und der Zerstörung des reifen menschlichen Eies mit der Geburt des Embryo ein Zeitraum von zehn Mondmonaten oder 280 Tagen liegt, beweist uns doch das schon früher citirte, von R. WAGNER beobachtete Ei (ECKER, *l.c.*, *Taf.* XXV, *Fig.* 5), dass bereits in der dritten Schwangerschaftswoche alle bisher erörterten Stadien durchlaufen sind. Wir finden in diesem Ei das Chorion, wie es bis zu Ende bleibt, aus ursprünglicher äusserer Eihaut und seröser Hülle zusammengesetzt, das Amnion um den Embryo geschlossen, diesen mit bereits stark verengter Nabelöffnung, aus welcher der geschlossene Darm mit der anhängenden Nabelblase und die zum Chorion gehende Allantois hervorragen, Kiemenbogen und selbst die Extremitätenknospen schon angelegt. Wir sehen davon ab, das Ei in diesem zweiten langen Abschnitt Schritt für Schritt zu verfolgen, und wenden uns schliesslich zu einer Analyse des vollkommen reifen und zwar speciell des menschlichen Eies, um die Endsicksale aller zu Anfang angelegten Bildungen zu erfahren. Wo Form, Anordnung und Bau eines Theiles in reifem Zustande erheblicher von der primordialen Beschaffenheit differiren, ist es leichter und zweckmässiger, vom reifen Zustande aus zurückgehend eine Brücke zum einfachen Urzustand zu

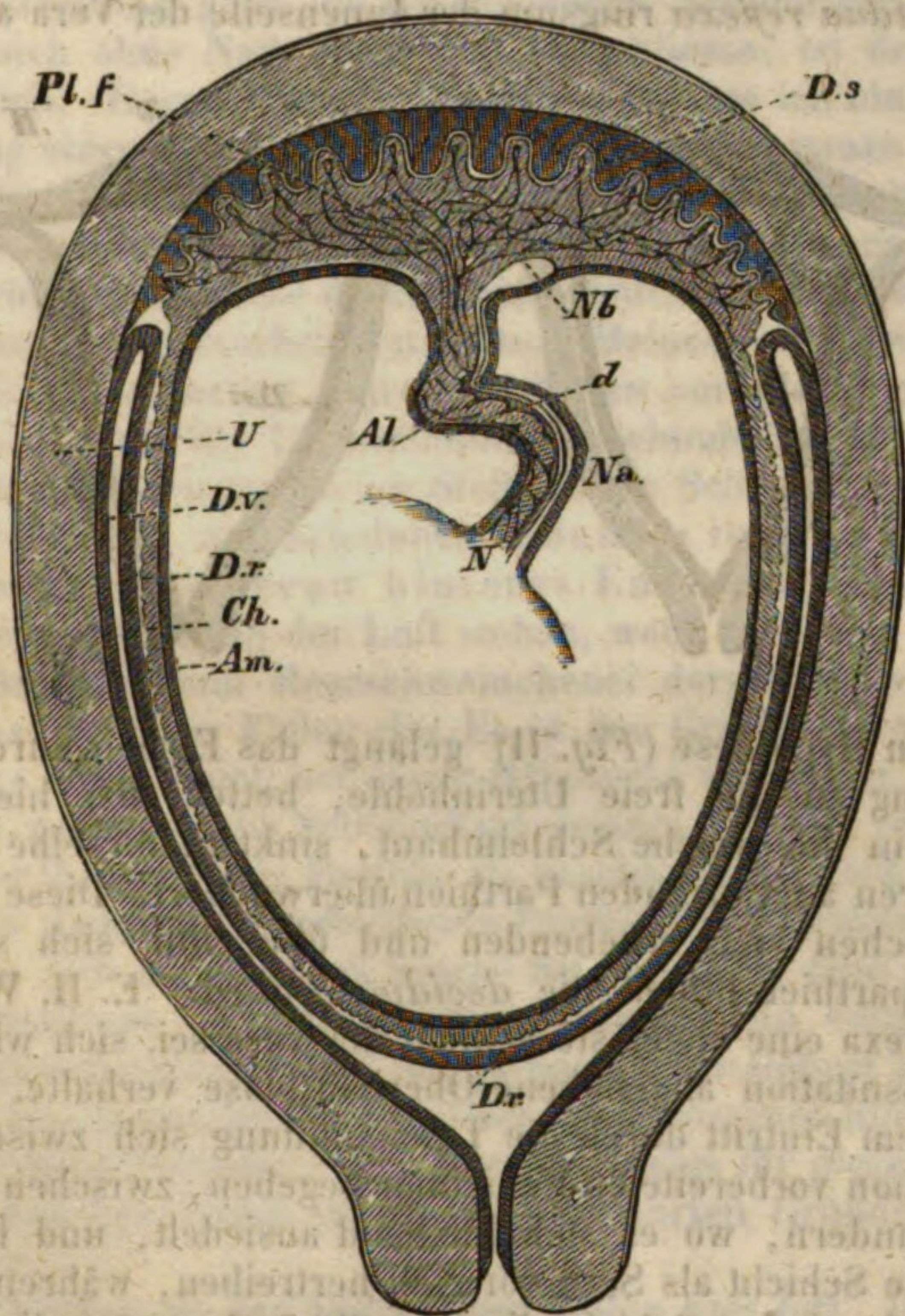
bauen, als umgekehrt von letzterem aus die allmälige Weiterentwicklung zu verfolgen.

Das reife menschliche Ei steht in inniger Verbindung mit dem mütterlichen Organismus; der Uterus umgiebt dasselbe mit eigenthümlichen, durch Metamorphose seiner Schleimhaut gebildeten Hüllen, und bildet durch Verwachsung eines beschränkten Theiles seiner Schleimhaut mit einem Theil des Chorion das Ernährungsorgan des Embryo, die sogenannte Placenta. Es ist daher unumgänglich nothwendig, dass wir bei der Betrachtung des reifen Eies den Uterus, dessen Höhle vollständig von ihm ausgefüllt wird, mitberücksichtigen, indem wir von aussen von den Uteruswänden aus tiefer und tiefer eindringend die verschiedenen Schichten und Häute, auf welche wir nacheinander stossen, untersuchen. Wir legen dieser Erörterung den nachfolgenden schematischen Längsdurchschnitt des Uterus mit dem Ei im letzten Schwangerschaftsmonat zu Grunde und verweisen auf die naturgetreuen Abbildungen in ECKER's *Icon.*, *Taf. XXV, Fig. 1, Taf. XXVI, Fig. 6 u. 13, Taf. XXVII, Fig. 9 u. 10, Taf. XXVIII.*

Der Uterus *U* dehnt sich im Verlauf der Schwangerschaft der Grössenzunahme des Eies entsprechend aus und nimmt an Masse beträchtlich zu; sein Grund reicht im 9. Monat bis zur Magengrube in die Höhe, sinkt aber im 10. Monat wieder etwas herab, indem der Hals sich tiefer in die Scheide hinabsenkt. Die Massenzunahme des Uterus kommt hauptsächlich auf Rechnung seiner Muskelhaut, und schreibt sich theils von der beträchtlichen Ausdehnung und Füllung ihrer Blutgefässe, theils von einer enormen Zunahme der Muskelsubstanz her; letztere kommt theils durch Neubildung von Muskelelementen (contractilen Faserzellen), theils durch die während der Schwangerschaft eintretende volle Entwicklung der im nicht schwangeren Uterus verkümmerten kleinen Faserzellen zu Stande. Nach der Geburt geht ein grosser Theil der Muskelelemente unter den Erscheinungen der fettigen Degeneration zu Grunde; die übrigen verkümmern und reduciren sich zu kurzen, schwer von einander zu isolirenden Plättchen. Die kolossale Ausdehnung der Uteringefässe, insbesondere der Venen, zeigt sich am klarsten an injicirten Exemplaren.

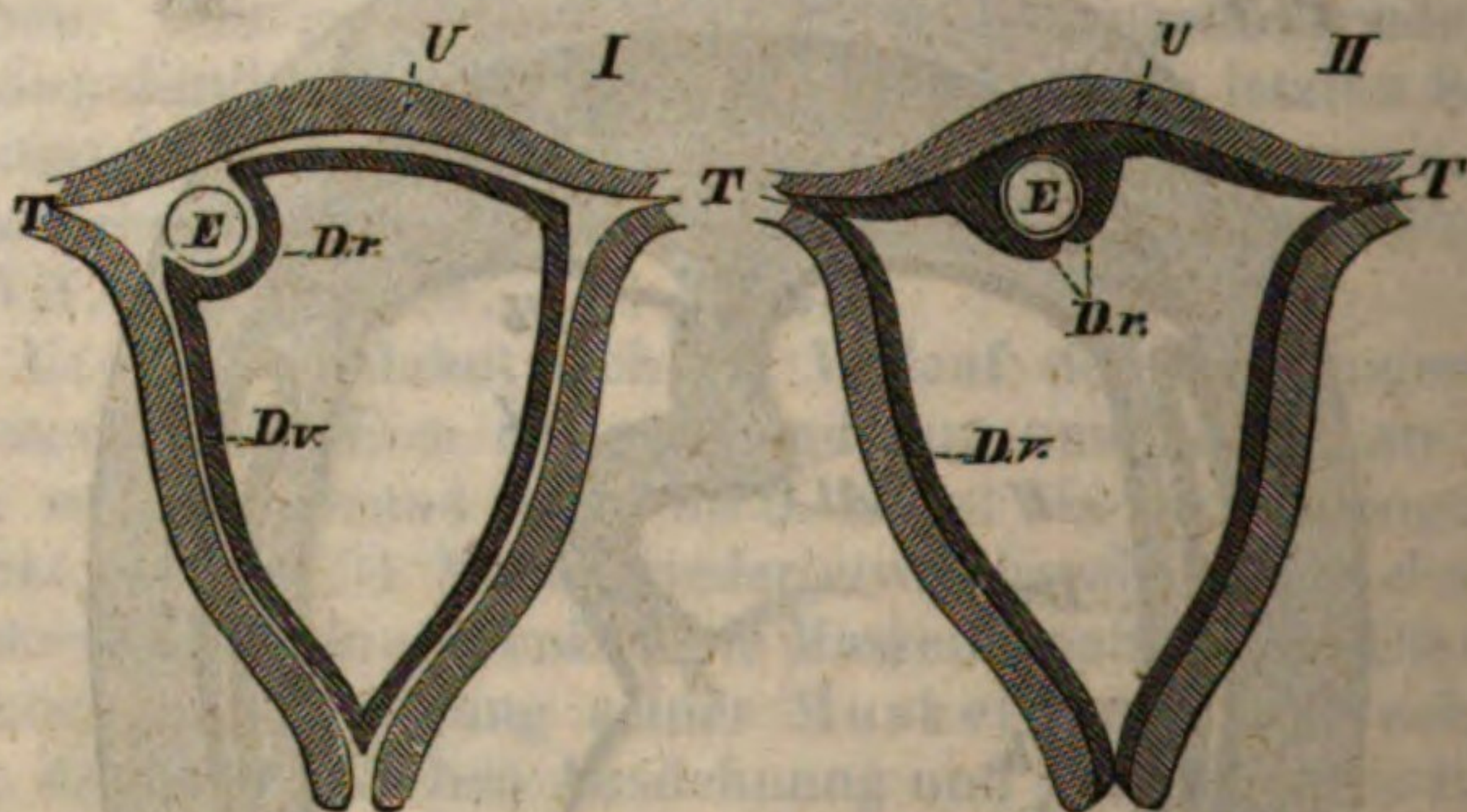
Nachdem man die Muskelhaut des Uterus durchschnitten, stösst man auf die weiche, stark angeschwollene Schleimhaut desselben, welche aber nicht mehr in festem Zusammenhange mit der Muskelwand steht, sondern von derselben abgelöst als eine Hülle des Eies sich darstellt. Sie führt den Namen: wahre hinfällige Haut, *tunica decidua vera s. uteri, D. v.* in der Figur. Durchschneiden wir diese Schleimhaut, so stossen wir auf eine zweite, das Ei beutelartig umhüllende Haut von vollkommen gleicher Beschaffenheit, welche rings an dem Rande der Placenta sich nach aussen umbiegt und continuirlich in die äussere wahre hinfällige Haut übergeht. Es stellt demnach diese zweite Haut offenbar nur eine Einstülpung der Uterinschleimhaut dar, und hat daher mit Recht den Namen *tunica decidua reflexa, D. r.* erhalten. Bei kleinen Eiern sind die wahre und die umgebogene hinfällige Haut oft durch einen

grösseren von Flüssigkeit erfüllten Raum getrennt, bei reifen Eiern liegen sie einander vollständig an. Der Erste, welcher die wahre Natur dieser beiden Häute, welche man früher nach HUNTER für plastische Ausschwitzungen (Pseudomembranen) hielt, richtig erkannt und erwiesen hat, ist E. H. WEBER¹; er lieferte den Beweis für die Identität derselben mit der Uterinschleimhaut aus der Gegenwart der Uterindrüsen, welche in beiden deutlich, in der Reflexa in Folge der allmäligen Ausdehnung als weit auseinander stehende Poren, zu erkennen sind. Alle späteren Forscher haben sich dieser Ansicht WEBER's angeschlossen.



Was die Entstehung der beiden hinfälligen Häute betrifft, so ist die Bildung der *decidua vera* leicht erklärlich; sie ist nur eine Fortsetzung derjenigen Veränderung der Uterinschleimhaut, welche, wie wir oben gesehen haben, während jeder Menstruation eintritt, und sich durch Auflockerung, Bluterfüllung des Grundgewebes und schnelle Entwicklung der Uterindrüsen kundgiebt. Wird das gelöste Eichen nicht befruchtet, so kehrt die Schleimhaut bald in ihre gewöhnliche Beschaffenheit zurück²; folgt dagegen Schwangerschaft, so entwickelt sie sich weiter und löst

sich endlich von der unterliegenden Muskelhaut vollständig ab. Weit schwieriger ist es, die Entstehung der *decidua reflexa* zu erklären; so unzweifelhaft dieselbe eine Einstülpung der Vera ist, so fehlt doch noch jeder befriedigende directe Nachweis über die Art des Zustandekommens dieser Einstülpung. Man hat folgende Hypothesen aufgestellt. Nach der einen (*Fig. I*) soll das Eichen *E*, wenn es durch die Tuba in den Uterus eindringen will, die Mündung der Tuba *T* durch Uterinschleimhaut verstopft finden, daher beim Vordringen den vorliegenden Theil *D. r.* der Decidua vor sich hertreiben, einstülpen und bei seinem eigenen Wachsthum mehr und mehr ausdehnen, bis er endlich die Uterinhöhle ganz ausfüllt, als *decidua reflexa* ringsum der Innenseite der Vera anliegt. Nach



einer zweiten Hypothese (*Fig. II*) gelangt das Eichen durch die offene Tubamündung in die freie Uterinhöhle, bettet sich hier an irgend einer Stelle in die weiche Schleimhaut, sinkt in dieselbe hinein, und wird von deren angränzenden Parthien überwuchert. Diese wellenförmig über das Eichen sich erhebenden und über ihm sich schliessenden Schleimhautparthien bilden die *decidua reflexa*. E. H. WEBER glaubt, dass die Reflexa eine abgelöste Schicht der Vera sei, sich wie eine durch seröse Transsudation abgehobene Oberhautblase verhalte. Das Eichen soll bei seinem Eintritt durch die Tubamündung sich zwischen die zur Ablösung schon vorbereiteten Schichten begeben, zwischen ihnen bis zu der Stelle wandern, wo es sich bleibend ansiedelt, und hier nun die oberflächliche Schicht als Sack vor sich hertreiben, während die hinter ihm befindliche tiefere Schicht die Grundlage der mütterlichen Placenta wird. Die erste Hypothese, nach welcher das Eichen eine Parthie der ganzen Decidua als Reflexa ablöst, macht die weitere Annahme nöthig, dass sich hinter dem Ei an der ganz von Schleimhaut entblösten Stelle eine neue Schleimhaut, *tunica decidua serotina*, als Grundlage der mütterlichen Placenta bilde, da die Entstehung der letzteren aus Uterinschleimhaut, wie wir alsbald sehen werden, unzweifelhaft feststeht. Bei der zweiten Hypothese vertritt die Parthie der ursprünglichen Decidua, auf welcher das Eichen ruht, die *decidua serotina*. Keine dieser Hypothesen ist direct erweisbar, keine frei von Bedenken. Die in *Fig. I* versinn-

lichte Ansicht ist die bedenklichste, weil sie auf der sicher irrigen Voraussetzung beruht, dass die Uterinschleimhaut continuirlich die Tubamündung überspannt, weil ferner ihr zufolge die Placenta stets vor der Mündung der Tuba sitzen müsste, was nicht der Fall ist. Gegen die in *Fig. II* dargestellte Hypothese ist einzuwenden, dass das Emporwuchern der Schleimhaut und das Schliessen der ringsum sich erhebenden Wälle zum Sack über dem Ei durch nichts wahrscheinlich gemacht ist. Die Beschaffenheit der Reflexa in späteren Stadien, insbesondere ihr Reichthum an Uterindrüsen, lehrt unzweideutig, dass sie aus einer grösseren Parthie normaler Schleimhaut hervorgegangen ist; dass aber die hypothetische Wucherung ganz die Beschaffenheit der übrigen Schleimhaut habe, und sich ohne Nath über dem Ei schliesse, ist durchaus nicht recht glaublich. Gegen WEBER's Hypothese möchte ich einwenden, dass die Trennung einer Membran, welche durch die ihre ganze Dicke durchsetzenden Uterindrüsen so innig zu einem Ganzen zusammengehalten wird, in zwei Schichten äusserst unwahrscheinlich ist; es ist nicht einzusehen, welche Kraft diese durch keine Strukturverhältnisse irgend begünstigte Spaltung hervorbringen sollte. Meines Erachtens ist folgende Hypothese die plausibelste, durch Analogien am besten gestützte: Das Eichen gelangt durch die Tubamündung unbehindert in die freie Uterinhöhle, bettet sich an irgend einer Stelle in die Schleimhaut und begiebt sich hinter dieselbe, wahrscheinlich indem es in eine Uterindrüse sich einsenkt und deren hinteres Ende durchbohrt. Diese Hypothese würde völlig in der Luft stehen, wenn nicht ein analoger Vorgang von BISCHOFF beim Meerschweinchen dargethan wäre; hier gelangt offenbar in allen Fällen das Ei in den Grund einer Uterindrüse. Alles Uebrige ergiebt sich bei dieser Hypothese von selbst. Das Eichen treibt, wenn es hinter die Schleimhaut gelangt ist, bei seinem Wachsthum die vor ihm liegende Parthie als geschlossenen Sack vor sich her, und entblösst dadurch die betreffende Parthie der Uterinwand. An derselben bildet sich nachträglich frische Schleimhaut, eine *decidua serotina*, als Grundlage der mütterlichen Placenta; ein Vorgang, der gar nichts Unwahrscheinliches hat, da ja nach jeder Geburt an der ganzen Innenwand des Uterus an der Stelle der ausgestossenen hinfälligen Häute neue Schleimhaut entsteht. Ein directer Beweis für diese meine Hypothese wird aus bekannten schon oben berührten Gründen schwer zu führen sein.⁵

Wir schreiten in der Analyse des reifen Eies fort, indem wir uns wieder auf die schematische Figur pag. 239 beziehen. Nach Entfernung der beiden hinfälligen Häute, welche dem Uterus angehören, stossen wir auf das eigentliche Ei, und zwar auf dessen äusserste Hülle, das Chorion *Ch.* Das Chorion stellt sich am reifen Ei als eine ziemlich derbe, auf der Oberfläche mit kleinen Unebenheiten besetzte Membran dar. Wir haben es durch eine Verschmelzung der ursprünglichen äusseren Eihaut (*zona pellucida*) mit dem zur serösen Hülle gewordenen peripherischen Theil des animalen Blattes (Hornblatt REMAK's) der Keimblase entstehen sehen, und die Entstehung von Zotten auf seiner ganzen Oberfläche aus

kleinen ursprünglich amorphen Niederschlägen beschrieben. Im weiteren Verlauf der Entwicklung erreichen diese Zotten am menschlichen Ei einen hohen Grad von Ausbildung, jede derselben verwandelt sich in ein moosartig verzweigtes Bäumchen; das ringsum von solchen Bäumchen dicht besetzte Chorion bietet den Anblick einer Moosfläche, und führt daher den Namen *Chorion frondosum* (s. ECKER, *Ic.*, *Taf.* XXV, *Fig.* 4 u. 5, *Taf.* XXVI, *Fig.* 6—8, 11 u. 13, *Taf.* XXVII, *Fig.* 5 u. 7). Später dagegen beginnen die Zotten am grösseren Theile des Eiumfanges wieder zu verkümmern (ECKER, *Ic.*, *Taf.* XXVII, *Fig.* 7 u. 10); nur an demjenigen Theile erhalten sie sich und wuchern fort, welcher zur Bildung der kindlichen Placenta des Fruchtkuchens bestimmt ist. Die Stelle, an welcher äusserlich die Zotten sich weiter entwickeln, entspricht demjenigen Bezirk der Innenfläche des Chorions, an welchen sich die aus dem Embryo emporgeschossene Allantoisblase angelegt hat und angewachsen ist; wie hier aus den Zotten die *placenta foetalis* entsteht, wird der folgende Paragraph lehren. Am ganzen übrigen Chorion gehen endlich die Zotten so vollständig zu Grunde, dass höchstens kleine Rauigkeiten als Andeutungen übrig bleiben.

Die Innenseite des Chorions wird von dem Amnion *Am* glatt ausgestapeziert, welches, wie die Figur ohne Weiteres lehrt, über die Innenfläche der Placenta hinweggehend, die Scheide des Nabelstranges *Na* bildet und an dem Reste der Nabelöffnung *N* des Embryo direct in dessen Bauchwandungen übergeht. Der Embryo, welcher nicht mit dargestellt ist, befindet sich in der die Höhle des Amnion erfüllenden Flüssigkeit, dem Amnionwasser, Schafwasser, Fruchtwasser, *liquor amnios*, suspendirt. Dieses Verhalten des Amnion im reifen Ei ist leicht auf das frühere, wie es die Figur pag. 234 darstellt, zurückzuführen. Unmittelbar nach seiner Entstehung durch Scheidung von der serösen Hülle stellt das Amnion einen dem Embryo anliegenden geschlossenen Sack dar, welcher rings an den die Nabelöffnung begränzenden Rändern der Visceralplatten direct in die Rumpfwandungen des Embryo übergeht. Dieser Sack nimmt Anfangs nur einen sehr kleinen Theil der Keimblasenhöhle ein, den grössten beansprucht die zu dieser Zeit noch unversehrt bestehende Nabelblase, sowie die noch blasenförmige Allantois. Allmählig erweitert sich der Amnionsack durch Vermehrung der zwischen ihm und dem Embryo befindlichen serösen Flüssigkeit, während gleichzeitig die Nabelblase mehr und mehr verkümmert, oder wenigstens an dem Wachsthum des Embryo nicht Theil nimmt, die Allantois aber bis auf die von ihr getragenen Gefässe vergeht. Auf diese Weise verkleinert sich mehr und mehr der zwischen Amnion und Chorion befindliche Raum, in welchem man bei Eiern aus den ersten Schwangerschaftsmonaten eine gallertartige von feinen spinnwebartigen Fäden durchzogene Flüssigkeit (ECKER, *Ic.*, *Taf.* XXVI, *Fig.* 6*m*) findet; endlich wird dieser Zwischenraum zu Null reducirt, das Amnion rings an das Chorion angelegt, von der Zwischenflüssigkeit finden sich eine Zeit lang noch Ueberreste in Form einer feinfaserigen membranartigen Schicht zwischen Chorion und Amnion, die man als *tunica media* bezeichnet

hat (ECKER, *Ic.*, *Taf.* XXV, *Fig.* 1 *h*). Durch diese Ausdehnung des Amnionsackes ist zugleich die Bildung des Nabelstranges bedingt. Die Ursprungsränder des Amnion werden mit der zunehmenden Verkleinerung der Nabelöffnung mehr und mehr zusammengedrängt, während die periphere Anlegung des Amnion an das Chorion so weit fortschreitet, als sie möglich ist, d. h. bis an die Eintrittsstelle der Allantoisgefäße in das Chorion. Zwischen dieser Stelle und dem Nabelrand ist daher endlich der zunächst an den Embryo gränzende Theil des Amnion als eine enge strangartige Scheide ausgespannt, welche eng die Reste der ursprünglich aus der Nabelöffnung heraustretenden Gebilde, d. i. der Allantois und der Nabelblase, umschliesst. Die Reste des Allantoisstieles *Al* im Nabelstrang bestehen aus den Allantoisgefäßen, zwei Arterien und einer Vene, welche spiralig um einander aufgerollt sind, und an der Peripherie in den zur *placenta foetalis* metamorphosirten Theil des Chorion eintreten. Die Reste des Nabelbläschens bestehen in dem zum langen dünnen Faden *d* reducirten *ductus vitello-intestinalis* und dem an die Peripherie gedrängten Rudiment des Bläschens selbst, *Nb*. Im völlig reifen Ei ist von beiden nicht eine Spur mehr aufzufinden; der Darm hat sich von dem *ductus vitello-intestinalis*, mit dessen Kanal seine Höhle ursprünglich in weiter Communication war, vollständig abgetrennt und geschlossen, so dass nicht einmal mehr die Ansatzstelle des Ganges zu entdecken ist. Die gallertartige Masse, die sogenannte WHARTON'sche Sülze, in welche man schliesslich die Nabelgefäße im Nabelstrang eingebettet findet, ist eine Form des Bindegewebes (Schleimgewebe, VIRCHOW), ausgezeichnet durch die gallertartige Beschaffenheit und völlige Structurlosigkeit seiner Intercellularsubstanz, sowie durch den Umstand, dass sie sich beim Kochen nicht in Leim verwandelt. Es ist diese Sülze ein wichtiges vielbesprochenes Object in dem neuerdings über die Natur des Bindegewebes geführten Streit geworden; näher auf diese rein histiologische Discussion einzugehen, dürfte indessen hier nicht der Ort sein.

Das Amnionwasser⁴ ist ein einfaches seröses Transsudat, theilt daher die allgemeinen Eigenschaften der analogen Flüssigkeiten anderer geschlossener Höhlen (der Pleura, des Peritonäums, des Herzbeutels, der Hirnhöhlen) und hat wie diese wohl nur eine rein mechanische Bestimmung. In älterer Zeit hat man sich unnütze Mühe gegeben, dem Fruchtwasser bald die Bedeutung eines Nahrungsmittels für den Embryo, bald die eines Secrets desselben zu vindiciren. Seine chemische Constitution widerspricht beiden Hypothesen auf das Entschiedenste. SCHERER's sorgfältige Analysen des menschlichen Amnionwassers lehren, dass es, wie die übrigen Transsudate, ein verdünntes Blutserum ist, ausserordentlich verdünnt, besonders in den späteren Perioden der Schwangerschaft, ausserordentlich arm an Albumin, noch ärmer sogar, als das Transsudat der Hirn- und Rückenmarksköhlen. Bei Thieren enthält dasselbe nach CL. BERNARD⁵ in den früheren Stadien der Entwicklung, ebenso wie die Allantoisflüssigkeit, Zucker, welcher jedoch später, sobald die zuckerbildende Thätigkeit der Leber begonnen hat,

aus beiden Flüssigkeiten verschwinden soll. Harnstoff wurde in der menschlichen Amnionflüssigkeit von einigen Experimentatoren gefunden, von anderen in Abrede gestellt, derselbe scheint indessen ein normaler Bestandtheil zu sein; bei Thieren enthält sowohl die Amnion- als die Allantoisflüssigkeit beträchtliche Mengen desselben. Der mechanische und ausschliessliche Nutzen des Amnionwassers besteht wohl einfach darin, die gefährliche Fortpflanzung heftiger mechanischer Einwirkungen von aussen zum Embryo zu verhüten, und demselben eine unbehinderte Entwicklung nach allen Richtungen zu sichern.

¹ Vergl. E. H. WEBER, *Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane*, Leipzig 1846, pag. 30. In dieser Abhandlung ist ausführlich die ganze Geschichte der *tunica decidua* dargestellt; E. H. und Ed. WEBER haben zuerst die Veränderung der Schleimhaut des Uterus nach der Conception erkannt (s. Ed. WEBER, *disquis. anatom. uteri et ovarior. puellae VII. a conc. die defunctae*, Halis 1830), damals aber die Uterindrüsen für Zotten gehalten. Die Drüsennatur dieser Gebilde hat bald darauf E. H. WEBER ermittelt, und zwar, nachdem er schon früher bei Wiederkäuern die Drüsen der bleibenden Mutterkuchen beschrieben, 1839 zuerst beim Menschen die schlauchartigen Uterindrüsen beobachtet und seine Entdeckung brieflich an JOH. MUELLER mitgetheilt (s. MUELLER, *Phys.* 1840, Bd. II. pag. 710). Eine sorgfältige Zusammenstellung der älteren Literatur und Ansichten über die Decidua findet sich auch bei KRIBS, *disquis. histor.-physiol. de membrana, quae dicitur decidua Hunteri*, Lugd. Batav. 1853. — ² POUCHET hat zwar behauptet, dass auch bei jeder einfachen Menstruation die Uterinschleimhaut sich vollständig zur Decidua umbilde und etwa 10 Tage nach derselben aus dem Uterus als gallertartige Masse ausgestossen werde, indessen ist kein directer Beweis von ihm geliefert worden, dass dieser Abgang wirklich Uterinschleimhaut, und nicht ein einfacher Schleimpfropf sei, auch die Regelmässigkeit der Erscheinung keineswegs constatirt. — ³ Eine der menschlichen *tunica decidua vera* und *reflexa* vollkommen analoge Bildung findet sich bei den übrigen Säugethieren nicht, das einzige wahre Analogon der *decidua vera* ist, wie wir schon oben gesehen haben, die Schalenhaut des Vogeleies. Obwohl bei allen Säugethieren, wie der folgende Paragraph zeigen wird, die Uterinschleimhaut auf im Wesentlichen gleiche Weise zur Bildung des Mutterkuchens verwendet wird, kommt es doch bei keinem zu einer vollkommenen Loslösung der nicht zur Placenta verwendeten Parthien, und nirgends zeigt sich eine Andeutung der eingestülpten *decidua reflexa*. Der flockige Ueberzug, welchen das Kaninchenei auf der Seite, welche der Placenta gegenüberliegt, erhält, ist nach BISCHOFF'S Untersuchungen nur losgelöstes Epithel der Schleimhaut. — ⁴ SCHERER (*chem. Unters. d. Amniosflüss. d. Menschen in versch. Perioden ihres Bestehens*, *Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. I. pag. 88) stellte eine vergleichende Analyse des Fruchtwassers bei einem fünfmonatlichen Ei und einem ausgetragenen an. Die Resultate sind folgende.

	im 5. Monat	im 10. Monat
Wasser	975,84	991,474
Feste Bestandtheile	24,16.	8,526.
Albumin (u. Schleimstoff)	7,67	0,82
Extractivstoffe	7,24	0,60
Salze	9,25.	7,06.

Unter den Extractivstoffen fand sich kein Harnstoff, aber wahrscheinlich Kreatinin; die Salze waren grösstentheils Alkalisalze, mit wenig phosphorsaurem Kalk. SCHERER'S Analysen stimmen in der Hauptsache mit denen von VOGT überein, weichen aber wesentlich von den älteren Analysen von FROMHERZ und GUGERT ab, welche unter den organischen Bestandtheilen des Fruchtwassers, freilich ohne genügende Beweise, Albumin, Käsestoff, Speichelstoff, Benzoësäure, Harnstoff und Osmazom aufführen. MACK fand geringe Mengen verseifbaren Fettes darin, welches jedoch möglicherweise nur von einer zufälligen Verunreinigung durch Käseschleim, *vernix caseosa*, das Secret der embryonalen Hautalgdrüsen, herrührte. — ⁵ CL. BERNARD, *Compt. rend.* 1851, T. XXXI. pag. 629; *Leçons de physiol. experim.* 1855, T. I. pag. 393. — Neuerdings erschien eine sehr ausführliche Arbeit über die Flüssigkeiten des Amnion und der Allantois von

MAJEWSKI (*de substant. quae liquor. amn. et allant. insunt, ration. div. vitae embryon. periodis. Diss. Dorpati 1858*), welche neben einer Zusammenstellung aller älteren Angaben eine grosse Anzahl neuer sorgfältiger Analysen enthält. Wir stellen die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammen: Die Menge der festen Bestandtheile, sowohl der organischen als der anorganischen, nimmt in beiden Flüssigkeiten bei allen Thieren mit der fortschreitenden Eientwicklung zu, beim Menschen dagegen ab. Die Amnionflüssigkeit enthält bei allen Thieren zu allen Perioden des Eilebens Eiweiss, die Menge desselben nimmt beim Menschen in den späteren Perioden sehr beträchtlich ab, ebenso vermindert sich bei den Rehen die Menge des durch Hitze coagulirbaren Eiweisses bis zum Verschwinden, während dagegen die Menge einer schleimartigen Eiweissmaterie sehr erheblich zunimmt. Die Allantoisflüssigkeit der Thiere enthält nie Eiweiss. Zucker findet sich bei den pflanzenfressenden Thieren in beiden Flüssigkeiten, und zwar nimmt seine Menge in beiden bis zur Geburt (gegen BERNARD) erheblich zu; in der menschlichen Amnionflüssigkeit ist kein Zucker zu finden. Ganz dasselbe gilt für den Harnstoff, welcher ebenfalls in beiden Flüssigkeiten in einer mit der Entwicklung des Eies zunehmenden Menge bei allen Thieren, aber auch beim Menschen enthalten ist. MAJEWSKI fand im menschlichen Fruchtwasser zur Zeit der Geburt 0,38% Harnstoff.

§. 294.

Die Placenta. Das Verbindungsorgan zwischen Mutter und Frucht, das Ernährungsorgan des Embryo der Säugethiere, die sogenannte Placenta, stellt beim Menschen ein plattes scheibenförmiges Organ dar, dessen äussere convexe Fläche mit der Gebärmutterwand innig verwachsen ist, an dessen innerer concaven, glatt von dem Amnion überzogenen Fläche der Nabelstrang sich inserirt, von dessen Rändern das periphere zottenlose Chorion entspringt. Sein Durchmesser beträgt etwa 8", seine Dicke in der Mitte $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ ". Die ausgebildete Placenta besteht dem bei Weitem grössten Theil ihrer Masse nach aus Blutgefässen, und zwar stammen diese Blutgefässe aus doppelter Quelle, theils aus der Wand der Gebärmutter, theils aus dem kindlichen Nabelstrang; beide Classen von Gefässen begegnen sich allenthalben in der Placenta und sind so regelmässig durcheinander geschoben, dass überall mütterliches und kindliches Blut nachbarlich aneinander vorüberströmen, nur durch dünne, für den endosmotischen Wechselverkehr leicht permeable Wände getrennt. Diese innige Berührung mütterlicher und kindlicher Gefässe zum Behuf eines endosmotischen Stoffwechsels des Inhaltes beider ist die Aufgabe, welche durch die im Folgenden genauer zu erörternde Einrichtung der Placenta gelöst ist. Eine vollkommen klare exacte Einsicht in den complicirten Bau und die Entstehung der Placenta verdanken wir vor Allem E. H. WEBER's Untersuchungen, deren Resultate daher den Inhalt der folgenden Darstellung bilden.¹

Die reife Placenta, wie sie nach der Geburt des Kindes als sogenannte Nachgeburt aus dem Uterus ausgestossen wird, erscheint zwar als einfaches, durchweg gleichartig gebautes Organ, besteht jedoch aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen, welche ursprünglich wirklich von einander getrennt sind, später jedoch so innig ineinander wachsen, dass sie mechanisch nicht mehr zu sondern sind, sondern nur auf Durchschnitten (ECKER, *loc. cit.*, Taf. XXVIII, Fig. 1) eine Abgränzung wahrnehmbar ist. Der eine Theil der Placenta rührt von dem Ei her,

ist der durch Weiterentwicklung einer Parthie des zottigen Chorion gebildete Fruchtkuchen, der zweite als Mutterkuchen unterschiedene Theil rührt von der Mutter her, ist nichts Anderes, als eine Parthie der Gebärmutterschleimhaut, der *tunica decidua*.

Der Fruchtkuchen, *placenta foetalis* (*pl. f.* in der schematischen Abbildung pag. 239), besteht aus einer grösseren Anzahl von Zottenbäumchen des Chorion, deren jedes mit seinen zahlreichen Verästelungen eine Art von Läppchen, ähnlich den Läppchen einer traubigen Drüse, darstellt; diese Läppchen sind ringsum vollständig von dem mütterlichen Theil der Placenta umhüllt, stecken in derselben verborgen, wie die Wurzeln eines Baumes im Erdreich. Jedes Zottenbäumchen ist bis in seine letzten kolbig endigenden Aeste von knäuelartig verschlungenen Blutgefässen durchzogen oder richtiger ausgefüllt, indem in den von der inneren Wand der Placenta ausgehenden Stamm desselben ein kleines Arterienstämmchen eindringt, welches in alle grösseren Aeste Zweige abgiebt und von diesen aus in jedes Endästchen der Zotte ein kleines Reis schickt, welches darin auf das Mannigfachste gewunden verläuft, schlingenartig umbiegt, und an der Basis des Aestchens in ein Venenstämmchen einmündet; das Venenstämmchen verlässt, neben dem Arterienstämmchen verlaufend, die Zotte an der Basis ihres Stammes (ECKER, *lc.*, *Taf. XXVIII, Fig. 4 u. 5*). Jene Endreiserchen, welche mit ihren Windungen die Endkölbchen der Zotte ausfüllen und nach schlingenförmiger Umbiegung direct in venöse Gefässe übergehen, sind demnach Capillarschlingen, welche sich denen der Cutispapillen vollkommen analog verhalten, nur mannigfacher gewunden als diese sind.² Die in die Zottenbäumchen eintretenden Arterienstämmchen sind Endäste der *arteriae umbilicales*, die heraustretenden Venenstämmchen münden in die Verzweigungen der *vena umbilicalis*; beide stehen demnach in unmittelbarem Zusammenhang mit den von der Allantoisblase aus der Nabelöffnung des Embryo zum Chorion herübergeführten Gefässen. Wir haben oben gesehen, dass sich die Allantoisblase an die zur Placentabildung bestimmte Parthie des Chorion anlegt, und ihr äusseres Gefässblatt mit letzterem verwächst. Wahrscheinlich entstehen die Zottengefässe nicht selbständig aus den Parenchymzellen der Zotten sondern dadurch, dass von den Allantoisgefässen aus Ausläufer in die Zotten hineinwachsen. Wie dem auch sei, das physiologische Resultat dieser Einrichtung liegt auf der Hand: das Blut des Embryo strömt durch die Nabelarterien, welche die Fortsetzungen der Wirbelarterien bilden, in die Zottenbäumchen der *placenta foetalis*, kommt, während es die feinsten Capillarknäuel der Zottengefässe durchfliesst, in die ausgedehnteste Berührung mit dem die Zottenoberfläche umspülenden mütterlichen Blut, und kehrt nach vollendetem Stoffaustausch mit diesem durch die Nabelvenen zum Herzen des Embryo zurück. Directe Untersuchungsergebnisse über die Veränderungen, welche das embryonale Blut auf diesem Wege erleidet, besitzen wir nicht, wir können dieselben nur im Allgemeinen vermuthen. Es ist offenbar, dass die Placenta für den Embryo alle im geborenen Organismus durch gesonderte Organe

vertretenen Einnahme- und Ausgabeheerde des Stoffwechsels ersetzen, daher ebensowohl die Rolle des Darmes und der Lungen, als die der Nieren übernehmen muss. Durch sie muss der Embryo seine Nahrungsstoffe, zu denen natürlich auch der Sauerstoff gehört, beziehen, durch sie sich seiner Abfälle und Ueberschüsse, so weit letztere vorkommen, entledigen. Es bedarf keiner detaillirteren Aufzählung der durch die Placenta zu- und abgeführten Stoffe; so lange keine directen Beobachtungen vorliegen, könnten wir eine solche nur nach dem Schema des Stoffwechsels beim Erwachsenen geben.

Der mütterliche Theil der Placenta, der Mutterkuchen, welcher die gesammte auf und zwischen die Zotten eingeschobene Masse des kuchenförmigen Organes bildet, besteht aus einer Parthie der Uterinschleimhaut, deren ursprüngliches Gewebe indessen auf Kosten der enorm erweiterten Gefässe fast vollständig verschwunden ist. Die Antwort auf die Frage, wie sich diese zur Bildung der mütterlichen Placenta verwendete Schleimhautparthie zu den als *tunica decidua vera* und *reflexa* beschriebenen Parthien verhält, hängt natürlich von der Vorstellung, welche man sich von der Entstehung der *decidua reflexa* macht, ab. Nimmt man an, dass das Eichen hinter die ursprüngliche Uterinschleimhaut gelangt (sei es durch eine Uterindrüse oder auf irgend welche Art), und die von ihm abgelöste und ausgedehnte Parthie zur Reflexa wird (s. *Fig. I*, pag. 240), so muss man nothwendig annehmen, dass die zur Placenta umgewandelte Schleimhautparthie eine neuentstandene ist, welche hinter dem Eichen an der Stelle der als Reflexa abgelösten sich bildet. Man bezeichnet diese hypothetisch neugebildete Schleimhaut als *tunica decidua serotina* (*D. s.* der Figur pag. 239). Nimmt man dagegen an, dass die Reflexa nur eine abgelöste oberflächliche Schicht der ursprünglichen Schleimhaut, wie E. H. WEBER vermuthet, oder eine über dem Ei von jener aus gebildete secundäre Wucherung sei (*Fig. II*, pag. 240), so ist die Placentarschleimhaut ein integrierender Theil der *decidua vera*, derjenige Theil eben, welcher dem Eichen als Unterlage dient. Eine sichere Entscheidung lässt sich nicht geben, so lange die Bildung der Reflexa nicht durch directe Beobachtung entschieden ist; wir haben oben die erstere Ansicht, und zwar in der Modification, dass das Eichen durch eine Uterindrüse hinter die Schleimhaut gelangt, als die plausiblere dargestellt, müssen daher folgerrecht die *placenta materna* als *decidua serotina* betrachten. Unzweifelhaft ist, dass der Mutterkuchen wirklich aus Uterinschleimhaut entsteht; es beweist dies nicht allein sein Bau und seine Verbindung mit der Muskelschicht des Uterus, sondern auch die Analogie mit den mütterlichen Placenten der Säugethiere, welche evident dieses Ursprunges sind.

Die Hauptmasse der *placenta materna* besteht aus einem netzartigen Hohlraumssystem, welches, wie in den cavernösen Körpern des Penis oder der sogenannten Milzpulpa ein weitröhriges Blutgefässsystem repräsentirt, allein nicht wie dort, ein Venensystem, sondern offenbar ein Haargefässsystem darstellt. Aus der Muskelhaut des Uterus treten in den unmittelbar mit ihr verwachsenen (äusseren) Theil der

decidua serotina zahlreiche Arterienstämmchen, bilden nach ihrem Eintritt durch vielfache Hin- und Herschlängelung kleine Gefässknäuel³, ähnlich den Glomerulis der Niere, und schicken dann ihre Verzweigungen in den tieferen, inneren Theil der Decidua, wo sie jedoch nicht in gewöhnliche enge Capillargefässe, sondern direct in jene $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ ''' weiten, aber dünnwandigen, engmaschig verbundenen Kanäle übergehen, aus welchen das Blut sich in die zur Muskelhaut zurückführenden Venen sammelt. Eben diese weiten Zwischenkanäle zwischen Arterien und Venen vertreten nicht nur die Stelle eines Capillarsystemes, sondern sind wirklich ihrer Entstehung und Structur nach kolossale Haargefässe, wie sie WEBER bezeichnet. Die Zottenbäumchen werden von diesen kolossalen Haargefässen so dicht und innig umstrickt, dass sie selbst wie in die Lumina von Gefässen hineingewachsen erscheinen; nach einigen Autoren sollen sogar wirklich die Wände der ausgedehnten Capillaren später vollständig atrophiren, so dass die Bluträume direct von dem Deciduagewebe begränzt werden, und die Zottenäste frei in sie hineinwachsen. Der Nutzen dieser innigen, allseitigen Umgebung der kindlichen Zotten mit mütterlichem Blut in weiten Flussbetten liegt auf der Hand. Die beschriebene Verödung des Gewebes der *decidua serotina* durch ausschliessliche Entwicklung der Capillaren findet indessen nur in demjenigen Theile derselben statt, welcher als eigentliche *placenta materna* die Läppchen der *placenta foetalis* umgiebt, die äusserste auf die Muskelhaut aufgewachsene Schicht zeigt denselben Bau, welcher der *decidua vera* zukommt; nach ECKER soll diese Schicht zahlreiche contractile Faserzellen enthalten, und bei der Lostrennung der Placenta nach der Geburt am Uterus zurückbleiben.

Eine noch schwebende Frage ist die: wie kommt die Ineinanderwachsung der mütterlichen und kindlichen Placenta beim Menschen zu Stande? In den ersten Schwangerschaftsmonaten fehlt diese Verbindung, obwohl das Ei durch die Ausbildung der Zottenbäumchen, die Decidua durch beginnende Erweiterung der Gefässe sich für die Bildung der Placenta vorbereiten. Auf welche Weise die Zottenbäumchen in das Parenchym der Decidua hineingelangen, darüber fehlen noch directe Beobachtungen. Die sogleich zu besprechende ausgemachte Thatsache, dass bei den Säugethieren durchweg der Verkehr zwischen Mutter und Frucht durch eine Einfügung oder Einwachsung der kindlichen Zotten in schlauchartige Drüsen der mütterlichen Schleimhaut hergestellt wird, muss den Gedanken nahe legen, dass auch beim Menschen, wo wir dieselben kindlichen und mütterlichen Apparate vorfinden, die Verbindung durch ein solches Einwachsen der Chorionzotten in die Schläuche der Uterindrüsen zu Stande kommt. E. H. WEBER hat daher vermuthungsweise diese Möglichkeit ausgesprochen, indessen selbst auch auf mehrere Umstände aufmerksam gemacht, welche ein solches Hineinwachsen beim Menschen zweifelhaft machen können, so wahrscheinlich es vom teleologischen Standpunkte und auf Grund der Analogie erscheint. WEBER nennt als einen solche Bedenken erweckenden Umstand, dass die Chorionzotten bereits, ehe sie in die Placentar-

bildung eingegangen, vielfach verästelte Bäumchen, die Uterindrüsen aber einfache, oder höchstens an ihren Enden getheilte Schläuche sind. Dieses Bedenken erscheint mir aber nicht gewichtig genug, um jene Vermuthung zurückzuweisen. Es ist weit weniger bedenklich, die vor der Verwachsung beider Placenten sich beträchtlich erweiternden Uterindrüsen der *decidua (serotina)* als präformirte Lücken im Parenchym der mütterlichen Placenta zu betrachten, in welche die Zottenbäumchen hineingedrängt werden, als anzunehmen, dass die Zottenbäumchen mit Vermeidung dieser Lücken in das compacte Parenchym hineinwachsen oder passiv hineingelangen. Gerade der von WEBER gegen die in Rede stehende Hypothese angeführte Umstand kann auf der anderen Seite auch für dieselbe benutzt werden; denn wenn die Zottenbäumchen schon vor der Verwachsung ausgewachsen sind, so ist kaum einzusehen, durch welches Mittel sie in das Parenchym hineingebracht werden sollen, mit ihren schon vorhandenen Aesten und Aestchen; wären sie zur Zeit der Placentabildung noch einfache niedrige Erhebungen des Chorion, so liesse sich weit leichter denken, dass sie, wie die Wurzeln in dem Erdreich, sich mit der Anlage ihrer Verzweigungen durch das Wachsthum Bahn in dem weichen Deciduaparenchym brächen. Es ist gar nicht nöthig, anzunehmen, dass die Zotten sich so in die Uterindrüsen einfügen, dass jedes ihrer Aestchen von einer entsprechenden Ausbuchtung der Drüse überzogen wird, sondern wohl denkbar, dass die Mündungen der Drüsen nur die Eintrittswege darstellen, dann aber die Zotten in das Parenchym durchbrechen, die Uterindrüsenwandungen vielleicht aber nach erfolgtem Eindringen der Zotten völlig atrophiren und zu Grunde gehen. Dafür spricht, dass in der reifen Placenta keine Andeutung der Uterindrüsenwand mehr gefunden wird, weder als Zottenüberzug, noch in dem Zwischengewebe der mütterlichen Placenta. Jenes oberflächliche, die Zotten in der Placenta überspinnende Capillarnetz, welches SCHROEDER VAN DER KOLK beschrieben hat, kann nicht als persistirendes Gefässnetz der Uterindrüsenwand betrachtet werden, da seine Aeste in unmittelbarem Zusammenhang mit den tieferen Zottengefässen stehen.

Nach dieser Darlegung des Factischen und Hypothetischen über Bau und Entstehung der menschlichen Placenta ist es von Interesse, einen kurzen Blick auf die analogen Bildungen der Säugethiere, welche zum Theil sehr wesentlich differiren, zu werfen. E. H. WEBER theilt die Säugethiere nach dem Verhalten der Placenta in zwei Classen. Bei der einen Classe, und diese wird besonders von den Wiederkäuern repräsentirt, sind die mütterlichen Placenten keine vorübergehenden hinfälligen Organe, welche nur zur Zeit der Gravidität aus einer Parthie der Uterinschleimhaut gebildet, bei der Geburt vom Uterus losgerissen und mit der innig verwachsenen *placenta foetalis* nach aussen gestossen werden, sondern stehende Einrichtungen des Uterus, welche nach der Geburt eines Eies in unversehrter Verbindung mit dem Uterus bleiben und bei jedem folgenden Ei wieder in Function treten.

Bei den Wiederkäuern haben diese bleibenden mütterlichen Pla-

centen folgende Einrichtung: es ist im Uterus nicht, wie beim Menschen, eine einfache Placenta, sondern eine gewisse Anzahl discreter kleiner Placenten in Form knopfförmiger Quasten, welche über die Schleimhautfläche vorragen, vorhanden. Jede solche Quaste enthält eine grosse Anzahl verzweigter Kanäle, welche durch ihre Substanz mehr weniger senkrecht zur Oberfläche verlaufen, und auf letzterer frei münden, sich also im Grossen ebenso verhalten, wie die menschlichen Uterindrüsen im Kleinen. Die Verbindung zwischen Mutter und Frucht kommt dadurch zu Stande, dass sich auf dem Chorion des Eies (d. h. auf der Eihaut, welche das Chorion repräsentirt, beim Rehei also auf dem Gefässblatt der Allantoisblase) an allen den Stellen, welche solchen mütterlichen Quasten anliegen, entsprechende kindliche Einzelplacenten bilden, und zwar ebenfalls in Form von Quasten, welche hier aus einem Büschel von Chorionzotten bestehen. Diese kindlichen Kotyledonen werden in die mütterlichen eingeschoben, wie die Finger der Hand in einen Handschuh, indem jede Zotte in einen Schlauch der mütterlichen Quaste, wie der Degen in die Scheide sich einfügt, ohne mit dessen Wand zu verwachsen. Es lassen sich daher die Placenten der Wiederkäuer zu jeder Zeit ohne Zerreissung in die mütterlichen und kindlichen Antheile trennen, indem man letztere aus ersteren herauszieht, und diese unblutige Trennung findet bei jeder Geburt eines Eies statt. Im Grunde läuft diese Einrichtung mit der der menschlichen Placenta auf Eines hinaus, derselbe physiologische Zweck, innige Berührung kindlicher und mütterlicher Gefässe zum Behuf eines Ernährungsaustausches, ist durch diese Kotyledonenbildung erfüllt; indem die Chorionzotten ebenso, wie beim Menschen, Träger kindlicher Gefässe sind, und die Wand der Schläuche in den mütterlichen Kotyledonen von einem engen Capillarnetz übersponnen ist. Der Unterschied besteht nur darin, dass erstens die Mutterblutgefässe eben wahre Capillaren, nicht solche kolossale Lacunen wie beim Menschen sind, und zweitens, dass sie von den kindlichen Gefässen hier sicher durch die Wand der Schläuche und deren innere Epithelauskleidung getrennt sind. Dieser letztere Umstand erlaubt keinen so unmittelbaren Verkehr beider Blutarten, wie beim Menschen, sondern macht einen Zwischenträger nöthig, d. h. die mütterlichen Gefässe geben ihre für das kindliche Blut bestimmte Zufuhr zunächst in Form eines Secretes ab, welches auf die Innenfläche der Schlauchwandung absondert und von hier erst von den Zottengefässen resorbirt wird. Dieser Zwischensaft ist direct als schleimiger, graulich-weisser Ueberzug nachweisbar. Eine ähnliche, nur weniger ausgeprägte Verbindungsart zwischen Mutter und Frucht findet sich auch bei den Schweinen und Einhufern.

Bei der zweiten von WEBER unterschiedenen Classe sind mütterliche und kindliche Placenta, wie beim Menschen, fest zu einem gemeinschaftlichen Organ verwachsen, erstere eine vorübergehende Bildung der Uterinschleimhaut, welche, wie beim Menschen, bei der Geburt vom Uterus losreisst und mit nach aussen entfernt wird. Zu dieser Classe gehören die Raubthiere und Nager, nach den an Hund,

Katze und Kaninchen von WEBER, SHARPEY, BISCHOFF u. A. angestellten genaueren Untersuchungen. Bei dem Hunde sind es evident die Uterindrüsen, in deren Mündungen die Zotten des Chorion eindringen, darin sich ausdehnen, in die erweiterten Drüsenäste sich erstrecken und mit deren Wand überall fest verwachsen; nach der Verwachsung scheint die ursprüngliche Drüsenmembran durch Resorption gänzlich zu schwinden. Das Verhältniss zwischen mütterlichen und kindlichen Gefässen ist hier nach WEBER etwas anders, als beim Menschen; die mütterlichen Haargefässe sind zwar durchaus nicht von der kolossalen Art, wie beim Menschen, aber doch dreimal so stark ($\frac{1}{62}$ '''') als die embryonalen, und bilden ein gröberes Netz; die langen Falten und Zipfel der Chorionzotten, welche die Endschlingen der kindlichen Haargefässe tragen, umwachsen nun die mütterlichen Capillaren so dicht, dass diese nach WEBER wie die dicken Därme in der Bauchhaut in ein Gefässnetz eingehüllt werden. Aehnlich verhält sich die Placenta der Kaninchen nach BISCHOFF's Untersuchungen, ähnlich auch die Placenta des Meerschweinchens, obwohl bei diesem noch Manches genauer zu eruiren ist. Beim Meerschweinchen entwickelt sich nämlich an derjenigen Stelle, wo die aus der Nabelblase bestehende äussere Eihaut (s. pag. 217) beim Embryo gegenüber mit ihrem vegetativen Blatt angewachsen ist, die Uterinschleimhaut zur *placenta materna*, indem an ihrer Oberfläche sich radiär geordnete, höchst gefässreiche zierliche Wülste bilden. Bald darauf kommt die aus dem Embryo herausgewachsene gefässtragende Allantois an der Innenseite der Keimblase an und legt sich gerade in dem Umfange an, welchen äusserlich die *placenta materna* einnimmt. Ist dies geschehen, so schwindet das vegetative Blatt, so weit es die Placenta überzog, so dass nun die Allantois direct deren Ueberzug bildet; unterdessen ist das äusserlich auf dem vegetativen Blatt vom Embryo aus gewachsene Gefässblatt bis zum Rande der Placenta vorgedrungen, so dass letztere von der *vena terminalis* umgränzt wird. Die Gefässe der Allantois werden nun in die mütterliche Placenta hineingebildet, ohne dass Zotten oder Falten als Träger derselben und entsprechende Schläuche oder Falten der Decidua als Aufnahmeapparate nachgewiesen werden können. Sobald die Gefässverbindung hergestellt ist, schwindet die Allantois als Blase und es bleiben nur ihre Gefässe als Brücke zwischen Embryo und Placenta übrig.

Es ist hier der Ort, noch einmal kurz auf eine bereits früher (Bd. I, pag. 154) besprochene Reihe von Thatsachen zurückzukommen.⁴ CL. BERNARD entdeckte eine „zuckerbildende Function der Placenta“, indem er in gewissen Theilen derselben oder auf der Oberfläche des Amnion mit thierischem Amylum erfüllte Zellen nachwies, welche er als specifisches Drüsenparenchym, als Drüsenzellen einer provisorischen Leber betrachtete. Es sollte nach BERNARD's ursprünglicher Ansicht dieses eigenthümliche Placentardrüsen Gewebe bis zur vollendeten Bildung der Leber des Embryo deren zuckerbildende Thätigkeit übernehmen, daher auch aus denselben charakteristischen Drüsenzellen wie die Leber bestehen, ja, wie BERNARD muthmaasste, indessen nicht be-

stätigen konnte, vielleicht auch wie die Leber neben dem Zucker Gallenstoffe bilden. ROUGET und BERNARD selbst haben später den Beweis geliefert, dass die ursprünglich von BERNARD seiner Entdeckung vindicirte Bedeutung theils nicht richtig, theils übertrieben ist. Es sind weder specifische Drüsenzellen, welche in der Placenta oder dem Amnion (bei Vögeln sogar in den Wänden des Dottersacks) jene glycogene Materie enthalten, sondern gewöhnliche Epithelialzellen, noch ist die Bereitung jener Materie auf die genannten Theile beschränkt, sondern im Embryonalkörper selbst ausserordentlich verbreitet, wie wir bereits oben auseinandergesetzt haben.

¹ Vergl. E. H. WEBER, *über die Verbindung von Mutter und Frucht bei den verschiedenen Classen der Säugethiere*, Vortr. bei der Vers. d. Naturf. zu Bonn 1835, FRORIEP's Not. 1835, No. 996, pag. 60; *Zusätze zur Lehre u. s. w.* pag. 37; an letzterem Orte ist zugleich eine ausführliche Relation über die Beobachtungen SHARPEY's, ESCHRICHT's u. A. zu finden. Vergl. ferner BISCHOFF's Arbeiten über die verschiedenen Säugethiereier. — ² SCHROEDER VAN DER KOLK (*waarnemingen over het maaksel van het menschelijke placenta*, Amsterdam 1851) hat noch ausser den Capillarknäueln im Innern ein zweites zartes Capillarnetz auf der Oberfläche der Zotten, welches aber mit den tieferen in Communication steht, beschrieben; an den feinen WEBER'schen Injectionen ist dasselbe nicht wahrzunehmen. S. ECKER, *loc.*, Taf. XXVIII, Fig. 4 n. — ³ Die Glomeruli der Uterinarterien an ihrer Uebergangsstelle in die *placenta materna* entstehen offenbar durch übermässiges Längswachsthum dieser Arterien, und haben nach WEBER den Nutzen, dass sie die Pulswelle schwächen oder vernichten. — ⁴ Vergl. die Citate Bd. I, pag. 162, Anm. 17 u. 18; ausserdem: ROUGET, *des subst. amyloid. Journ. de Phys.* T. II, 1859, pag. 308, u. CL. BERNARD, *de la mat. glycogène*, ebendas. pag. 326.

§. 295.

Schwangerschaft und Geburt. Wenn wir uns in diesem Schlussparagraphen auf wenige Notizen beschränken, so glauben wir dies damit rechtfertigen zu können, dass eine Physiologie der Schwangerschaft, sofern damit die Lehre von allen durch die Entwicklung eines Eies im Uterus bedingten Lebenserscheinungen des mütterlichen Organismus bezeichnet wird, noch so gut wie gar nicht existirt, die ausführliche Lehre von den Zeichen der Schwangerschaft aber und von der Mechanik der Geburt mit Recht in die Lehrbücher der Geburtshülfe verwiesen worden ist. Die spärlichen Data, welche die physiologische Chemie bis jetzt über den Stoffwechsel im schwangeren Organismus und über den Ernährungsaustausch zwischen Mutter und Embryo zu Tage gefördert hat, verdienen kaum eine Aufzählung; über die physiologischen Ursachen der Geburt, ihres regelmässigen Eintrittes nach bestimmter Dauer der Gravidität, die Mechanik der Uterusthätigkeit dabei, über Bahnen und Centra der Nervenirregung, welche die Arbeit des gebärenden Uterus veranlasst und regulirt, fehlen noch alle brauchbaren Aufschlüsse.

Der Eintritt der Schwangerschaft nach erfolgtem Beischlaf verräth sich nicht unmittelbar durch ein in die Augen fallendes sicheres Zeichen; erst später kann dieselbe aus verschiedenen Umständen mit Bestimmtheit diagnosticirt werden. Das erste Zeichen pflegt das Ausbleiben

der Menstrualblutung zu sein, welches daher von den Frauen zur ohngefähren Berechnung des Geburtstermines verwendet wird; eine vollkommen genaue Bestimmung des Momentes der Befruchtung ist auch dann nicht möglich, wenn dem Ausbleiben der Regeln nur ein einziger Coitus vorausgegangen, da, wie wir früher gesehen haben, die Zeit der Eilösung und der Begegnung von Saamen und Ei auf keine Weise genau zu bestimmen ist. Uebrigens kommt es nicht selten vor, dass trotz erfolgter Conception die Menstrualblutung (vielleicht auch die Eilösung) noch einmal oder mehrere Male repetirt. Die Ursache des regelmässigen Aussetzens der Menses während der Gravidität lässt sich nur im Allgemeinen vermuthen; die Bildungsthätigkeit der Generationsorgane wird nach erfolgter Conception der Ernährung des Embryo zugewendet, nicht aber der Reifung der Eier, obwohl die schon erwähnte enorme Entwicklung der *corpora lutea* in der Schwangerschaft beweist, dass die Ernährung in den Ovarien keineswegs auf ein Minimum reducirt ist. Jedenfalls findet im Uterus während der Eientwicklung ein continuirlicher „Turgor“, nicht bloß eine periodische Blutüberfüllung statt; dass dieses Blut nicht nach aussen entleert wird, lässt sich teleologisch leicht erklären, nicht mit Bestimmtheit aber physiologisch; wahrscheinlich ist die Umwandlung der Uterinschleimhaut zur Decidua und die Bildung der Placenta die Ursache.

Die normale Dauer der Schwangerschaft beträgt 280 Tage oder 10 Mondmonate, es kann jedoch dieser Termin um kurze Zeit überschritten werden (wenn in solchen Fällen nicht vielleicht eine Befruchtung erst später nach der Begattung erfolgt ist), oder auch die Tragzeit um mehrere Tage, selbst Wochen abgekürzt werden, ohne dass der geborene Embryo bestimmte Merkmale der Ueberreife oder Unreife zeigt. Verfrüht sich die Geburt um einen bis zwei Monate, so ist das Kind zwar lebensfähig, allein, abgesehen von der noch nicht erlangten normalen Körpergrösse, in Bezug auf Ausbildung der einzelnen Organe in mehrfacher Beziehung noch unreif. Viele dieser Mängel werden im Extrauterinleben nur unvollkommen ausgeglichen, um so unvollkommener, je vorzeitiger die Geburt. Die Momente, welche in letzter Instanz das Ende der Schwangerschaft bestimmen, den Anstoss zu den Geburtscontractionen des Uterus geben, sind uns noch unbekannt; wenn man annimmt, dass die Geburtsthätigkeit hervorgerufen wird, sobald sich der Uterus zum zehnten Male zur Menstruation vorbereitet, so ist damit nichts erklärt.

Die Geburt wird bewerkstelligt durch periodische Contractionen der Muskelwände des Uterus; die schmerzhaften Empfindungen, welche mit dieser Muskelthätigkeit verknüpft sind, werden Wehen genannt. Die allseitige Zusammenziehung der in verschiedener Richtung verlaufenden Muskellagen strebt das Lumen des Uterus zu verkleinern, drängt daher dessen Inhalt nach der Stelle, an welcher der geringste Widerstand geleistet wird. Der Mutterhals verkürzt sich, der Muttermund erweitert sich durch das dagegen gepresste Ei, die Eihäute (*decidua reflexa*, Chorion und Amnion) der vorliegenden Parthie werden in

Form einer vom *liquor amnios* prall gespannten Blase in den Muttermund eingezwängt, und dadurch dem nachdrückenden Kindestheil, in der grössten Mehrzahl der Fälle dem Hinterhaupt des Embryo, die Bahn gebrochen. Darauf platzt das Ei, der *liquor amnios* fliesst ab, und nun wird der Kopf selbst durch den Muttermund in die Scheide eingepresst, und endlich durch die Schaamspalte herausgedrängt; der übrige Körper folgt rasch nach. Die genaue Beschreibung der Geburtsstellungen des Kindes und seiner einzelnen Theile, der Drehungen, welche während des Durchgleitens durch die Scheide eintreten, überlassen wir der Geburtshülfe. Nachdem das Kind ausgestossen und die vorher durch dasselbe vom Muttermund abgesperrte Menge des Fruchtwassers nachgeflossen ist, fährt der Uterus in seinen Contractionen und der dadurch bedingten Verkleinerung fort; die nothwendige Folge davon ist die Losreissung der sich nicht verkleinernden Placenta von ihrer Anheftung an der Gebärmutterwand und ihre Ausstossung mit den anhaftenden Eihäuten. Die hierbei stattfindende Zerreissung sämmtlicher aus der Muskelhaut in die *placenta materna* führenden Gefässe bedingt einen Bluterguss, welcher indessen durch die fortschreitende Zusammenziehung der Uteruswände gestillt wird, andererseits aber auch selbst die weitere Verkleinerung der Masse derselben begünstigt. Nach beendeter Entfernung seines Inhaltes heilt der verwundete, seiner Schleimhaut beraubte Uterus unter einer längere Zeit anhaltenden, erst blutigen, später eitrigen, endlich serösen Aussonderung (Lochien, Wochenbettreinigung), während seine Schleimhaut sich regenerirt.

In seltenen Ausnahmefällen bildet die Uterushöhle nicht die Entwicklungstätte des Eies, sondern entweder die Tuben, oder das Ovarium, oder irgend eine Stelle der Bauchhöhle, je nachdem das Eichen auf seinem Wege zum Uterus in den Tuben durch irgend welche Momente aufgehalten wird, oder bei der Berstung des Follikels abnormer Weise nicht mit herausgespült, wohl aber von dem zum Ovarium vorgebrungenen Saamen befruchtet wird, oder endlich seinen Weg verfehlt, sich in die Bauchhöhle verirrt. Wunderbar ist in diesen Fällen weniger die Verirrung oder das Steckenbleiben des Eichens, als dass dasselbe trotz der fehlenden, nur im Uterus vollkommen vorhandenen Bedingungen seiner Entwicklung, unter Herstellung mehr weniger vollkommener Pseudoplacenten ernährt und ausgebildet wird. Die günstigsten Verhältnisse bietet begreiflicherweise noch die Tuba. Eine genauere Betrachtung der verschiedenen Arten der Extrauterinschwangerschaft gehört in die Pathologie.

Kommen mehrere Eichen gleichzeitig zur Entwicklung (Zwillings-, Drillingschwangerschaft u. s. w.), so sind dies jedenfalls unter allen Umständen gleichzeitig durch dieselbe Menstruation gelöste und gleichzeitig befruchtete Eichen. Die ältere Annahme einer sogenannten Ueberfruchtung, *superfoetatio*, d. h. der nachträglichen Befruchtung eines zweiten später gelösten Eichens, nachdem ein früheres bereits im Uterus seine Entwicklung begonnen hat, ist jedenfalls irrig.¹

¹ KUSSMAUL, *über Nachempfangniss*, *Verh. d. naturhist. Vereins zu Heidelberg* 1859, Bd. VI., *FRORIEP's Not.* 1859, Bd. IV. pag. 186, bezeichnet mit dem Namen Nachempfangniss die Befruchtung zweier Eier durch zwei verschiedene Begattungen und unterscheidet nun weiter: die bei gewissen Thieren factische, beim Menschen wahrscheinliche Ueberfruchtung, d. h. Befruchtung zweier Eier derselben Ovulationsperiode durch zwei Begattungen, von der durchaus nicht erwiesenen und unwahrscheinlichen Ueberschwängerung, d. i. Befruchtung zweier Eier aus verschiedenen Ovulationsperioden durch zwei Begattungen. Die Ueberschwängerung KUSSMAUL's ist also der Fall, den wir im Text als Ueberfruchtung bezeichnet haben.

REGISTER.

A.

- Abducens II. 494.
 Aberration, sphärische II. 238.
 „ chromatische II. 246.
 „ monochromatische II. 239.
 Abklingen der Farben II. 288.
 Abschnürung des Embryo III. 214.
 Absonderung I. 470; II. 498, 504.
 Abweichung s. Aberration.
 Accessorius WILLISH II. 509.
 Accommodation II. 204.
 „ negative II. 212, 229.
 Accommodationslinie II. 211.
 Accommodationsmechanismus II. 216.
 Accommodationsphosphen II. 272, 372.
 Accommodationspunkt II. 211.
 Achse, optische II. 186.
 Achsencylinder II. 584, 637.
 Achsenplatte III. 203.
 Achsenstrom I. 66.
 Acupunctur des Herzens II. 539.
 Acusticus II. 91, 491.
 Adaptation s. Accommodation.
 Aderfigur II. 257, 362.
 Adventitia I. 60.
 Aesthesodische Substanz II. 419.
 Aether, Wirkung auf Nerven II. 458.
 Aequator, elektromot. I. 604, 793.
 Akustik, physiol. II. 101.
 Albumen III. 83.
 Albuminate, fettige Entartung I. 446.
 „ Resorption I. 328.
 „ Verbrennung I. 445.
 „ Verdauung I. 261, 280, 311, 314.
 Algen, Befruchtung III. 170.
 Alkohol, Wirkung auf Nerven II. 458.
 FUNKE, Physiologie. 3. Aufl. III.
 Allantoin I. 501.
 Allantois III. 129, 233.
 Alt II. 724.
 Alternative, VOLTA'sche I. 732.
 Alveolen der Lymphdrüsen I. 373.
 Amboss II. 112.
 Ameisensäure im Schweiss I. 526.
 Ammenzeugung III. 136.
 Amnion III. 229, 242.
 Amnionplatten III. 233.
 Amnionwasser III. 243.
 Ampullen II. 91.
 Amylum s. Stärkmehl.
 Analgesie II. 418.
 Anelektrotonus II. 659, 714, 822.
 Animale Muskeln I. 852.
 Anpassung s. Accommodation.
 Ansatzrohr der Zungenwerke II. 691, 696.
 Aussprachsrohr d. Zungenwerke II. 696.
 Antlitznerv s. Facialis.
 Aorten, primitive III. 220.
 Aphiden, Zeugung III. 136.
 Arteriae helicinae I. 63; III. 122.
 „ omphalomesentericae III. 227.
 Arterien, Bau I. 59.
 „ Abhängigkeit von den Nerven II. 471, 604.
 Arterienherz, accessorisches II. 603.
 Ascariden, Befruchtung III. 153.
 „ Eier III. 49.
 „ Saamen III. 113.
 Athemzüge I. 392, 398; II. 527.
 Athmung im Allgemeinen I. 382.
 Athmungsbewegungen I. 392; II. 527.
 Athmungscentrum II. 568.
 Athmungsdruck I. 404.
 Athmungsgeräusche I. 397.
 Athmungsritze II. 686.

Aufbau des Embryo III. 202.
 Aufnahme der Eier in den Eileiter III. 81.
 Aufrechtsehen II. 316.
 Aufsaugung im Darm I. 326.
 Auge, Entstehung III. 213.
 „ schematisches II. 180. 191.
 „ reducirtes II. 193.
 Augenbewegungsnerv s. Oculomotorius.
 Augenblasen III. 212.
 Augenleuchten II. 197. 203.
 Augenspiegel II. 197.
 Ausathmen s. Expiration.
 Ausstrahlung s. Irradiation.
 Automatie des Rückenmarkes II. 470.

B.

Bariton II. 724.
 Bass II. 724.
 Bauchhaut III. 233.
 Bauchplatte III. 213.
 Bauchpresse I. 325.
 Bauchspeichel I. 251. 307.
 Bauchspeicheldrüse I. 226.
 Bauchstreifen III. 213.
 Becken, mechan. Eigenschaften II. 641.
 „ geschlechtl. Beziehungen III. 59.
 Befruchtung, Bedingungen III. 150.
 „ Ort III. 167.
 „ der Pflanzen III. 170.
 „ Wesen III. 161.
 Begattung III. 147.
 Begattungsorgane, männliche III. 121.
 „ weibliche III. 56.
 „ Entstehung III. 132.
 Beinerv s. Accessorius.
 Belladonna, Einfluss auf Iris II. 251.
 BELL'scher Lehrsatz II. 406.
 Bewegung des Darmes I. 325; II. 597.
 „ des Kehlkopfes II. 689.
 „ des Kopfes II. 633.
 „ des Magens I. 289; II. 533.
 „ d. oberen Extremitäten II. 634.
 „ d. unteren Extremitäten II. 641.
 „ des Rumpfes II. 628.
 „ der Saamenfäden III. 92.
 Bewegungsfasern des Hirns II. 541.
 „ d. Rückenmarkes II. 406.
 „ d. Sympathicus II. 595.
 Bewegungszellen II. 405. 476.
 Bienen, Parthenogenesis III. 137.
 Bildungsbläschen d. Saamenfäden III. 105.
 Bildungsdotter III. 54.
 Bilifulvin I. 44. 242. 246.
 Biliphän I. 242.
 Biliverdin I. 242.
 Bindehaut II. 169.
 Binoculares Sehen II. 331.
 Bissenbildung I. 276.
 Blatt, der Keimblase, animales (seröses)
 III. 198.

Blatt, Drüsen-, Darmdrüsen - III. 199.
 „ der Keimblase, Gefässblatt III. 198.
 216. 227.
 Blatt, Horn- III. 206.
 „ motor.-germinatives III. 199.
 „ sensorielles (Sinnes-) III. 199.
 „ vegetatives (Schleim-) III. 198.
 Blattläuse, Generationswechsel III. 136.
 Blendungsmittel im Auge II. 249.
 Blinddarm, Verdauung I. 319.
 Blut I. 3. 433.
 Blutdruck I. 19. 229; II. 505.
 Blutfarbe I. 19. 229. 440; II. 505.
 Blutgase I. 41. 433.
 Blutgerinnung I. 24.
 Blutharnen nach Nervendurchschneidung
 II. 608.
 Blutkörperchen, farbige I. 8. 12. 19. 22.
 24. 67. 145. 165. 170. 193.
 Blutkörperchen, farblose I. 16. 44. 67.
 146. 165. 170. 193.
 Blutkörperchenhaltige Zellen I. 170. 176.
 Blutkrystalle I. 36.
 Blutkuchen I. 24.
 Blutmenge I. 4.
 Blutströmung I. 91. 106.
 „ Einfluss auf die Iris II. 250.
 Blutveränderung in den Blutdrüsen I. 130.
 „ durch d. Athmen I. 433.
 Blutwelle I. 91. 99. 125.
 Brechungsvermögen d. Augenmedien II.
 179.
 Brennpunkte II. 187.
 Brillen II. 214.
 Brücke s. Pons.
 BRUECKE'scher Muskel II. 175. 226.
 Brust III. 65. 134.
 Brustdrüse s. Milchdrüse.
 Brusttöne II. 718.
 Brustwarze I. 472; III. 58.
 Bulbus olfactorius II. 487.
 Buttersäure im Darm I. 292. 318.
 „ im Schweiss I. 527.

C.

Calamus scriptorius s. Medulla oblongata.
 Capacität der Lungen I. 401.
 Capillaren I. 57. 61.
 Capillarzellen I. 168.
 Cardinalvenen III. 235.
 Cardiographion II. 539.
 Casein I. 50. 474. 483; III. 52.
 Castoreum I. 537.
 Centralkanal des Rückenmarks I. 375;
 III. 208.
 Cerebellum s. Kleinhirn.
 Cerebrin, Cerebrinsäure I. 639; III. 55.
 Cerebrot I. 639.
 Cerebrum s. Gehirn u. Grosshirn.

Chalazen III. 83.
 Chiasma der Sehnerven II. 489.
 Chininlösung, Fluorescenz II. 264.
 Chlorpepsinwasserstoffsäure I. 235. 288.
 Cholepyrrhin I. 242.
 Cholesterin I. 51. 241.
 Choloidinsäure I. 241.
 Cholsäure I. 241.
 Chorda dorsalis III. 205.
 „ tympani II. 504.
 Chorion III. 40. 231. 241.
 Chromasie des Auges II. 246.
 Chylus I. 340. 354. 363.
 Chylusbewegung I. 377.
 Chylusgefäße des Darmes I. 220. 330.
 334. 370.
 Chyluskörperchen I. 359.
 Chymus I. 279.
 Ciliarmuskel s. Tensor choroideae.
 Cilien II. 628.
 Circulation s. Kreislauf.
 Clitoris III. 58. 132. 148.
 Coelobogyne, Parthenogenesis III. 14.
 Colliculus nervi optici II. 300.
 Colostrum I. 470.
 Combinationstöne II. 142.
 Commissuren des Gehirns II. 480.
 „ d. Rückenmarks II. 378. 386.
 Complementärfarben II. 268.
 Concentrische Körper I. 185.
 Coni articulares II. 94.
 „ vasculosi III. 104.
 Conjunctiva II. 169.
 Consonanten II. 733. 740.
 Contacttheorie der Befruchtung III. 163.
 Contraction der Muskeln I. 811. 850.
 „ idiomusculäre I. 833. 842. 855.
 Contrastfarben II. 277.
 Cornea II. 168. 179.
 Corpus cavernosum III. 121.
 „ HIGHMORI III. 103.
 „ luteum III. 34. 45. 73.
 „ olivare II. 484. 803.
 „ restiforme II. 482.
 „ striatum II. 546. 551.
 „ vitreum II. 171. 184.
 CORTI'sches Organ II. 93.
 Cranioskopie II. 563.
 Crista acustica II. 91.
 Cruor I. 3.
 Crusta inflammatoria I. 25.
 Cumulus proligerus III. 44.
 Curara s. Urari.
 Cutis als Tastorgan II. 12.

D.

Damalursäure I. 502.
 Dammolsäure I. 501.
 Darm, Bildung im Embryo III. 214.
 „ Structur I. 215.

Darmdrüsenblatt s. Blatt.
 Darmfaserplatte III. 219.
 Darmganglien II. 589.
 Darmnabelblasengang III. 216.
 Darmpforte III. 218.
 Darmrinne III. 216.
 Darmsaft I. 254. 314.
 Dauer des Gesichtseindrucks II. 285.
 „ „ Tasteindrucks II. 31.
 Decidua III. 80. 238. 240.
 Deckplatte, centrale II. 478.
 DESCOMET'sche oder DESMOUR'sche Haut
 II. 169.
 Descensus testiculorum III. 132.
 Diabetes II. 570.
 Diastole I. 74.
 Dickdarm I. 224.
 „ Verdauung I. 323.
 Differenzton II. 142.
 Diffusion d. Gase in d. Lungen I. 409.
 Dioptrik des Auges II. 185.
 Diphthonge II. 737.
 Diplopie II. 241.
 Discs der Muskeln I. 782.
 Discus proligerus III. 72. 188.
 Disdiaklasten I. 785.
 Dispersion, epipolische II. 264.
 Doppelbilder II. 332.
 Doppeltsehen mit einem Auge II. 241.
 „ „ zwei Augen II. 332.
 Dotter III. 28. 51. 175.
 Dotterfette III. 54.
 Dotterkern III. 47.
 Dotterplättchen III. 36. 38. 53.
 Dotter-Rotation III. 189.
 Dotterzellen III. 33.
 Druckfigur II. 272.
 Drucksinn II. 23.
 Drüsenblatt s. Blatt.
 Drüsenende des Vas deferens III. 104.
 Drüsenvenenblut, Farbe I. 229; II. 505.
 Dualismus des Geschlechts III. 24.
 Ductuli recti III. 103.
 Ductus vitello-intestinalis III. 216.
 Dünndarm I. 216.
 Dünndarmgase I. 319.
 Dünndarmverdauung I. 299.
 Durst II. 52. 534.
 Dyslysin I. 241.

E.

Ei III. 18. 28.
 Eikapsel III. 37. 44.
 Eileiter III. 81.
 Eilösung, periodische III. 65. 168.
 Eillauf II. 673.
 Einathmen s. Inspiration.
 Eindringen der Saamenfäden in's Ei III.
 152.
 Einfachsehen II. 332.

Eintrittsstelle des Sehnerven II 255. 300.
366.
Eischaale III. 83.
Eiweisskörper s. Albuminate.
Ejaculation des Saamens III. 148.
Ekel II. 52.
Elasticität der Muskeln I. 865.
Eleencephol I. 639.
Elektricität, thierische I. 598. 794.
„ als Nervenreiz I. 645.
Elektroden, unpolarisirbare I. 672.
Elektrotonus I. 615. 659. 714. 802.
Ellenbogengelenk II. 636.
Embryo, Anlage III. 202.
Embryosack III. 42.
Empfindlichkeit, rückläufige II. 432.
Empfindungsfasern des Gehirns II. 514.
„ „ Rückenmarks II.
403.
Empfindungskreise der Haut II. 42.
Empfindungsnerven im Allgemeinen II. 1.
Empfindungsvermögen d. Sympathicus II.
592.
Empfindungszellen II. 405. 476.
Empusa muscae III. 13.
Emydin III. 54.
Endkolben II. 18.
Endochorion III. 236.
Entfernung, Sehen II. 321.
Enthauptung II. 437.
Enthirnung II. 437.
Entoptische Wahrnehmung II. 361.
Entwicklung des Eies III. 172.
Entzündungskruste I. 25.
Ependymfaden des Rückenmarks II. 373.
Epiglottis I. 277; II. 690.
Epilepsie II. 570.
Epithel des Darmes I. 216. 335.
„ des Geruchorganes II. 76.
Erection des Penis III. 122.
„ der Tuba III. 81.
Ermüdung der Muskeln I. 885.
„ der Nerven I. 741.
Ernährung I. 545.
„ Abhängigkeit von den Nerven
II. 499. 606.
Erregbarkeit der Nerven I. 689.
Erregung der Nerven s. Reizung.
Erregungsbahnen im Rückenmark II. 403.
Erregungszustand der Nerven I. 760.
Essigsäure im Schweiss I. 527.
Eustach'sche Trompete II. 127.
Excitomotorische Fasern II. 390. 461.
Excremente I. 323.
Exochorion III. 236.
Expiration I. 389. 394.
Expirationenndruck I. 405.
Expirationenluft I. 410.
Extrauterinschwangerschaft III. 254.

F.

Facialis II. 501.
Faeces s. Excremente.
Falsettöne II. 718. 728.
Farbenempfindungen II. 261.
Farben, inducirte II. 277.
Fasern, MUELLER'sche II. 158. 164.
Faserstoff I. 24. 47.
Faserstoffschollen I. 33.
Faserzellen, contractile I. 789.
Faserzüge des Gehirns II. 480.
Fenestra ovalis und rotunda II. 114.
Fernpunkt II. 213.
FERREIN'sche Pyramiden I. 493.
Fette, Oxydation I. 449.
„ Resorption I. 334.
„ Verdauung I. 263. 303. 308.
Fibrin s. Faserstoff.
Fibrogene Substanz I. 49.
Fischei II. 37.
Fisteltöne II. 718. 728.
Fleck, blinder, MARIOTTE'scher II. 255. 300.
„ gelber II. 161. 366.
Fleisch, Verdauung I. 292.
Fleischfresser, Stoffwechsel I. 550.
Flimmerbewegung II. 617.
Flimmerepithel II. 617.
Flüstersprache II. 732.
Fluorescenz II. 264.
„ der Augenmedien II. 184. 266.
Focalebenen II. 181.
Follikel des Darms I. 222.
„ der Lymphdrüsen I. 373.
Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Ner-
venirregung I. 747.
Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Puls-
welle I. 102.
Fovea cardiaca III. 214.
„ centralis II. 161.
Foveola posterior III. 214.
Froschei III. 35. 180.
Froschschenkel, stromprüfender I. 608.
Froschstrom I. 797.
Fruchtbarkeit III. 15.
Fruchthof III. 191. 203. 225.
Fruchtkuchen III. 246.
Fruchtwasser III. 242.
Furchungsprocess III. 175.
Fuss u. Fussgelenke II. 648. 656.

G.

Gähnen I. 406.
Galaktinsäure I. 452.
Galle I. 240. 300.
Gallenfarbstoff I. 242.
Gallenkreislauf, intermediärer I. 552.
Gallenmenge I. 247.
Gallensäuren I. 241.

- GALVANI's Zuckung ohne Metalle I. 670.
 Gang d. Lichtstrahlen im Auge II. 185.
 Ganglien des Glossopharyngeus II. 508.
 „ „ Herzens II. 517.
 „ „ Sympathicus II. 578.
 Gangliennervensystem II. 575.
 Ganglienzellen, Bau I. 588.
 „ des Gehirns II. 474.
 „ des Gehörorgans II. 92.
 100.
 Ganglienzellen des Geruchsorgans II. 77.
 „ der Retina II. 158.
 „ des Rückenmarks II. 378.
 „ des Sympathicus II. 579.
 „ der Zunge II. 66. 508.
 Ganglion GASSERI II. 496.
 GARTNER'sche Kanäle III. 131.
 Gase des Blutes I. 41. 433.
 Gaswechsel in den Lungen I. 409.
 Gebärmutter s. Uterus.
 Geburt III. 253.
 Gefässblatt s. Blatt.
 Gefässdruckfigur II. 365.
 Gefässmuskeln I. 60. 111; II. 471. 604.
 Gefässsystem I. 55.
 „ Bildung III. 225.
 Gefühlssinn II. 6.
 Gehen II. 658.
 Gehirn II. 473. 557.
 Gehörgang, äusserer II. 106.
 Gehörknöchelchen II. 112.
 Gehörorgane II. 90.
 „ Entstehung III. 214.
 Gehörsempfindungen II. 136.
 Gehörsinn im Allgemeinen II. 86.
 Gekrösplatten III. 221.
 Gemeingefühl II. 7. 52.
 Generatio aequivoca III. 5.
 Generationswechsel III. 136.
 Geräusche II. 144.
 „ der Sprache II. 732.
 Gerinnung des Blutes I. 24.
 „ „ Muskelfibrins I. 842.
 „ „ Nervenmarks I. 586.
 Geruchsempfindungen II. 79.
 Geruchsorgane II. 73.
 Geschlechter III. 22.
 Geschlechtsleben, männliches III. 133.
 „ weibliches III. 59.
 Geschlechtsorgane, männliche III. 121.
 „ weibliche III. 56.
 „ Entstehung im Em-
 bryo III. 128.
 Geschlechtsreife, männliche III. 121.
 „ weibliche III. 60.
 Geschlechtstrieb III. 144.
 Geschmacksempfindung II. 68.
 Geschmacksorgane II. 61.
 Geschmackssinn im Allgemeinen II. 60.
 Gesichtsempfindungen II. 252.
 Gesichtslinie II. 195.
 Gesichtsorgane II. 154.
 Gesichtssinn im Allgemeinen II. 151.
 Giesskannenknorpel II. 685.
 Glanz II. 360.
 Glaskörper II. 171. 184.
 Glied, männliches, s. Penis.
 Globulin I. 37; II. 171.
 Glomeruli renales I. 63. 494.
 Glossopharyngeus I. 229; II. 64. 507.
 Glycerinphosphorsäure I. 639.
 Glycin I. 241.
 Glycocholsäure I. 241.
 Glycogene Substanz I. 139. 151; II. 573.
 GRAAF'scher Follikel III. 44.
 Gränzmembran II. 161.
 Gränzstrang II. 575.
 Graue Nervenfasern II. 587.
 Grösse, Sehen II. 321.
 Grosshirnklappen II. 546. 557.
 Grosshirnschenkel II. 552.
 Guanin I. 501.
 Gubernaculum HUNTERI III. 132.
 Gurgeln I. 407.

 H.
 Haargefässe I. 57. 61.
 Haarstrahlenkranz II. 241.
 Habenula denticulata II. 93.
 „ perforata II. 95.
 „ sulcata II. 93.
 Hämatin I. 37.
 Hämatoglobulin I. 36.
 Hämatoidin I. 39. 246.
 Hämatokrystallin I. 36.
 Hämin I. 39.
 Hämodromometer I. 109.
 Hämodynamik I. 88.
 Hämodynamometer I. 121.
 Hämotachometer I. 109.
 Hagelschnüre III. 83.
 Hahnentritt III. 32.
 Halsplatte III. 219.
 Hammer II. 112.
 Hammermuskel s. Tensor tympani.
 Hand u. Handgelenke II. 638.
 Harn I. 491.
 Harnfarbstoff I. 500.
 Harnghrung I. 496.
 Harnkanälchen I. 492.
 Harnsack s. Allantois.
 Harnsäure I. 51. 156. 499. 511. 640.
 Harnsecretion I. 505. 515.
 Harnsedimente I. 495.
 Harnstoff I. 51. 498. 508. 527.
 Hauchen I. 406.
 Hauptpunkte II. 187.
 Haut I. 521; II. 11.
 „ DESCOMET'sche oder DESMOUR'sche II.
 169.
 Haut, hinfällige, s. Decidua.

Haut, JACOB'sche II. 155.
 Hautabsonderung I. 521.
 Hautplatte III. 210. 221.
 Hautstrom I. 809.
 Hauttalg I. 535.
 Hemisphären des grossen Gehirns II. 546. 557.
 Hemmungsbildungen der Genitalien III. 133.
 Hemmungsnerven I. 892; II. 506. 514. 598; III. 125.
 Hermaphroditismus III. 24. 133.
 Herumschweifender Nerv s. Vagus.
 Herz, Anlage im Embryo III. 218. 225.
 „ Bau I. 58.
 Herzbewegung I. 73. 117; II. 514. 611.
 Herzcapacität I. 80.
 Herzhöhle III. 219.
 Herzklappen I. 77.
 Herzkraft I. 129.
 Herzschlag I. 74; II. 514.
 Herzstoss I. 83.
 Herztöne I. 85.
 Hexenmilch I. 477.
 Hinterhirn III. 208.
 Hinterstränge II. 375.
 Hippursäure I. 51. 498. 511.
 Hirnanhang I. 192.
 Hirnblasen III. 208.
 Hirnelain I. 639.
 Hirnhöhle, vierte II. 570.
 Hirnnerven II. 486.
 Hoden III. 103. 130.
 Hodensack III. 132.
 Hörnerv s. Acusticus.
 Horchen II. 106.
 Hornblatt s. Blatt.
 Hornhaut II. 168. 179.
 Hornhautkörperchen II. 169.
 Horopter II. 334.
 Hüftgelenk II. 642.
 Hülle, seröse III. 231.
 Humor aqueus II. 170. 181.
 Hundeei, Entwicklung III. 179. 196. 202. 210. 231.
 Hunger II. 32. 634.
 Husten I. 406.
 Hymen III. 148.
 Hyperästhesie II. 417.
 Hypoglossus II. 535.
 Hypophysis cerebri I. 192.
 Hypospadias III. 133.
 Hypoxanthin I. 156. 186. 189. 252. 491. 640.

I.

JACOB'sche Haut II. 155.
 Ichthidin III. 54.
 Ichthin III. 54.
 Identische Netzhautpunkte II. 333.

Inanition I. 568.
 Induction der Farben II. 277.
 Inductionswirkung, unipolare I. 667.
 Inosinsäure I. 483.
 Inosit I. 483. 640.
 Inspiration I. 389. 392; II. 528.
 Inspirationsdrüse I. 405.
 Inspirationsmuskeln I. 389; II. 527.
 Interzellularflüssigkeit des Blutes I. 47.
 Iris II. 174. 226. 249.
 Irisnerven II. 492. 497.
 Irradiation II. 231.
 Irradiationsgesetze II. 238.
 Irradiationsraum II. 237.

K.

Käseschleim I. 537; III. 244.
 Kalkschalen des Vogeleies III. 83.
 Kammerwasser II. 170. 181.
 Kanäle, halbzirkelförmige II. 131.
 Kanal, PETIT'scher II. 171.
 „ SCHLEMM'scher II. 170.
 Kaninchenei, Entwicklung III. 188. 192. 195. 202. 214. 225. 229. 233.
 Katamenien III. 66.
 Katelektrotonus I. 659. 714.
 Katoptrik des Auges II. 196.
 Kauen I. 272.
 Kehldeckel I. 397; II. 715.
 Kehlkopf II. 677.
 „ Akustik II. 707.
 „ Verhalten beim Athmen I. 397.
 Kehlkopfspiegel I. 277. 397; II. 676.
 Keimbläschen III. 28. 177.
 Keimblase III. 194.
 Keimblätter III. 195.
 Keimdrüsen s. Hoden u. Ovarium.
 Keimfleck III. 29.
 Keimhügel III. 44.
 Keimkörper III. 136.
 Keimlager III. 207.
 Keimscheibe III. 32.
 Keimstock III. 136.
 Keimzelle s. Ei u. Saamen.
 Kiemen I. 384.
 Kiemenfortsätze, Kiemenbogens. Visceralfortsätze.
 Kinesodische Substanz II. 424.
 Kitzel II. 52.
 Klang II. 139.
 Kleinhirn II. 555. 563.
 Kleinhirnschenkel II. 554.
 Kniegelenk II. 645.
 Kniehöcker II. 488.
 Knotenpunkte II. 187.
 Körnerschicht der Retina II. 158.
 Körper s. Corpus.
 Koblenssäure, exspirirt I. 411. 413; II. 532.
 Koblenssäurespannung I. 417. 430.

Kopfbewegung II. 633.
 Kopfdarmhöhle III. 218.
 Kothentleerung I. 325.
 Kötyledonen III. 250.
 Kraft des Herzens I. 129.
 „ der Muskeln I. 881.
 Kranzschlagadern I. 79.
 Kreatin I. 51. 483. 499. 640.
 Kreatinin I. 51. 483. 499.
 Kreislauf I. 55. 65.
 „ Abhängigkeit von der Athmung I. 117.
 Kreislauf, Geschwindigkeit I. 67. 106.
 „ Mechanik I. 88.
 Kreuzung der motor. u. sens. Bahnen im Rückenmark u. Hirn II. 378. 385. 426. 542.
 Kreuzung der Hirnnerven s. diese.
 „ „ Pyramiden II. 482.
 Kreuzungspunkt d. Richtungslinie II. 187.
 Krystallacid I. 37.
 Krystallin II. 171.
 Krystalllinse II. 170. 182. 222.
 Kurzsichtigkeit II. 214.
 Kymographion I. 121.
 Kynursäure I. 507.

L.

Labdrüsen I. 212.
 Labzellen I. 213.
 Labyrinth, Schallleitung II. 130.
 Lachen I. 407.
 Lamina reticularis II. 98.
 „ spiralis II. 93.
 „ velamentosa II. 99.
 Laufen II. 671.
 Laute II. 732.
 Lebensknoten II. 567.
 Leber, Bau I. 136.
 Leberferment I. 155; II. 573.
 Leberinseln I. 137.
 Lebervenenblut I. 143.
 Leberzelle I. 139.
 Leberzucker s. Zucker.
 Lecithin I. 639; II. 54.
 Lederhaut d. Eies s. Chorion.
 Leitband s. Gubernaculum.
 Leitung, doppelsinnige im Nerven I. 757.
 „ isolirte „ „ I. 753.
 Leucin I. 156. 187. 252. 367. 640.
 Leukämie I. 18. 182.
 Lichtempfindung II. 252. 260.
 Lichtwelle und Sehnerv II. 252.
 LIEBERKUEHN'sche Drüsen I. 222.
 Lienin I. 186.
 Ligamentum ciliare II. 175.
 „ iridis pectinatum II. 169.
 „ spirale II. 98.
 „ teres II. 643.

Linsenfasern II. 170.
 Linsenkapsel II. 171.
 Lippenlaute II. 740.
 Liquor amnios III. 243.
 Localzeichen d. Tastempfindungen II. 37.
 Lucina sine concubitu s. Parthenogenesis.
 Lungen I. 384.
 Lymphbewegung I. 377.
 Lymphdrüsen I. 185. 373.
 Lymphe I. 354. 366.
 Lymphgefäße I. 370.
 Lymphherzen II. 472. 540.
 Lymphkörperchen I. 16. 362.

M.

Macula lutea s. Fleck, gelber.
 Magen I. 212.
 Magendrüse I. 212.
 Magenfistel I. 234.
 Magengase I. 299.
 Magennerven II. 533.
 Magensaft I. 233. 280; II. 534.
 Magenverdauung I. 279; II. 534.
 MALPIGNI'sche Bläschen I. 162.
 „ Körperchen I. 493.
 „ Pyramiden I. 492.
 Mandeln I. 211.
 Manège-Bewegung s. Reitbahnbewegung.
 Mark, verlängertes, s. Medulla oblongata.
 Markscheide I. 584.
 Mauser der Stimme II. 723.
 Mechanik der Athmung I. 389.
 „ der oberen Extremitäten II. 634.
 „ „ unteren „ „ II. 641.
 „ des Herzens I. 73.
 „ des Kehlkopfs II. 679.
 „ des Kreislaufs I. 88.
 „ des Rumpfes II. 628.
 MECKEL'scher Fortsatz III. 224.
 Medulla oblongata II. 481. 542. 567.
 „ spinalis s. Rückenmark.
 Medullarplatten III. 206.
 Medullarrohr III. 206.
 Meerschweinchen, Entwicklung III. 193.
 196. 211. 215. 217. 231. 234.
 Membrana decidua s. Decidua.
 „ granulosa III. 44.
 „ hyaloidea II. 171.
 „ limitans II. 161.
 Menses III. 66.
 Menstruation III. 66.
 Menstruationsblut III. 67.
 Mermis, Eientwicklung III. 49.
 Mesorchium II. 132.
 Metacetonsäure im Schweiss I. 527.
 Mikropyle III. 31. 38. 39. 153.
 Milch I. 471.
 Milchdrüse I. 472; III. 58.
 Milchkügelchen I. 473.

Milchsäure im Darm I. 292. 318.
 „ „ Harn I. 499.
 „ „ Magensaft I. 237.
 „ „ Muskelsaft I. 483.
 „ in den Nerven I. 640.
 Milchzucker I. 474.
 Milz I. 162. 176.
 Milzbläschen I. 164.
 Milzblut I. 169.
 Milzpulpa I. 163.
 Milzvenenblut I. 171.
 Mischfarben II. 268.
 Mitbewegung II. 435.
 Mitempfindung II. 436.
 Mittelhirn III. 208.
 Mittelplatte III. 210. 221.
 Modification der Erregbarkeit I. 735.
 „ secundäre I. 746.
 MORGAGNI'sche Hydatiden III. 130.
 „ Ventrikel II. 715.
 Mouches volantes II. 368.
 Mucin I. 540.
 MUELLER'sche Fasern II. 158. 164.
 MUELLER'scher Gang III. 129.
 Multiplikator I. 603.
 Mundhöhle I. 209.
 Mundsaft I. 226. 272.
 Mundschleim I. 226. 274.
 Mundstück der Zungenwerke II. 694.
 Mundtöne II. 731.
 Muscardine III. 13.
 Muskeln, animale I. 852.
 „ glatte I. 789. 887.
 „ organische I. 852.
 „ quergestreifte I. 777.
 Muskelelasticität I. 865.
 Muskelelektricität I. 793.
 Muskelfibrin I. 791.
 Muskelverdauung I. 292.
 Muskelplatte III. 209.
 Muskelreizbarkeit I. 811.
 Muskelsaft I. 483.
 Muskelsinn II. 54. 319. 324. 328.
 Muskelthätigkeit I. 811. 850. 887.
 Muskeltonus I. 113; II. 471. 604.
 Musculus ciliaris II. 175.
 „ stapedius II. 125.
 Mutiren der Stimme II. 723.
 Mutterkuchen III. 247.
 Myographion I. 750. 874.

N.

Nabelblase III. 216.
 Nabelblasen-Arterien u. Venen III. 227.
 Nabelstrang III. 243.
 Nachbilder II. 285.
 Nachgeschmack II. 71.
 Nachhirn III. 212.
 Nahepunkt II. 213.

Nahrungsdotter III. 34.
 Nahrungsmittel I. 267.
 Nahrungsstoff I. 261.
 Nebeneierstock III. 130.
 Nebenhoden III. 103. 130.
 Nebennieren I. 189.
 Nebenoliven II. 570.
 Nerven, d. einzelnen, s. d. Specialnerven.
 „ chem. Zusammensetzung I. 636.
 Nervenelektricität I. 599.
 Nervenerrregung s. Reizung.
 Nervenfasern I. 582.
 Nervenfette I. 638.
 Nervenfunctionen im Allgemeinen I. 577.
 Nervenmark I. 584. 638.
 Nervenschlingen I. 594.
 Nervenstrom I. 602.
 Nervenzellen s. Ganglienzellen
 Netzhaut II. 155.
 Niederhocken II. 671.
 Niedersitzen II. 671.
 Nieren I. 492.
 Niesen I. 406.
 Noeud vital II. 567.
 Nota primitiva III. 203.
 Nutzeffect d. Muskeln I. 881.

O.

Oberkieferfortsatz III. 224.
 Oculomotorius II. 492.
 Oedogonium, Befruchtung III. 170.
 Oelphosphorsäure I. 639; III. 55.
 Oeffnungstetanus I. 661. 731.
 Oeffnungszuckung I. 646. 730.
 Ohr, äusseres II. 103.
 Ohrenklingen II. 141.
 Ohrenschmalz I. 537; II. 107.
 Ohrenschmalzdrüsen I. 525.
 OKEN'sche Körper III. 129.
 Olfactorius II. 487.
 Oliven II. 484. 503. 569.
 Omnivoren, Stoffwechsel I. 561.
 Ophthalmometer II. 780
 Ophthalmoskop II. 222.
 Opium II. 456.
 Opticus II. 160. 488. 493.
 Optik, physiol. II. 176.
 Optometer II. 213.
 Orthoskop II. 185.
 Ortssinn der Haut II. 36.
 Otolithen II. 92. 132.
 Ovarium III. 44. 130.
 Ovula GRAAFIANA III. 44.
 Oxydationsprocess I. 444.
 Ozon I. 448.

P.

PACINI'sche Körperchen I. 17.
 Pankreas I. 226.
 Pankreatin I. 312.
 Pankreatischer Saft I. 251. 307.
 Papillen der Haut II. 12.
 „ „ Zunge II. 64.
 Parapepton I. 283.
 Parelektronomische Schicht I. 799.
 Parenchymsäfte I. 480.
 Parotis I. 211; II. 498.
 Parovarium III. 130.
 Parthenogenesis III. 9. 135.
 Paukenhöhle II. 127.
 Pendelschwingungen des Beines II. 658.
 Penis III. 121. 132. 148.
 Pepsin I. 235.
 Peptone I. 280.
 Periode III. 68.
 Periodicität der Brunst III. 69. 77.
 Peristaltische Bewegungen I. 888; II. 597.
 Perlschnüre II. 368.
 PETIT'scher Kanal II. 171.
 PEYER'sche Drüsen I. 222.
 Pfeifen II. 731.
 Pfeilgift s. Urari.
 Pflanzenfresser, Stoffwechsel I. 557.
 Pfortaderblut I. 143.
 Phrenologie II. 563.
 Piquüre II. 571.
 Placenta III. 245.
 Plättchenzellen III. 39.
 Plasma des Blutes I. 8. 47.
 Plica centralis II. 161.
 Pneumatometer I. 405.
 Point vital II. 567.
 Pons Varolii II. 554.
 Porenkanäle des Darmepithels I. 218. 340.
 „ „ Eies III. 31.
 Primitivfasern der Muskeln I. 781.
 „ „ Nerven I. 582.
 Primitivrinne III. 203.
 Primitivstreifen III. 203.
 Primordialfollikel III. 46.
 Primordialnieren III. 129.
 Processus ciliares II. 227.
 „ Folianus II. 112.
 „ vaginalis III. 132.
 „ vermiformis I. 225. 307. 320.
 Protolactinsäure I. 452.
 Psychiden, Parthenogen. III. 140.
 Ptyalin I. 227.
 Pubertät III. 60. 134.
 Punkte, identische II. 333.
 Puls I. 91. 99.
 Pupille s. Iris und Irisnerven.
 PURKINJE-SANSON'scher Versuch II. 196.
 Pyramiden II. 482. 542.

Q.

Querleitung d. Nerven I. 754; II. 458.
 Querstreifung d. Muskeln I. 778.

R.

Rachenlaute II. 744.
 Radialfasern der Retina II. 158. 164.
 Räuspern I. 406.
 Ramus communicans II. 581.
 Randstrahlen II. 239.
 Reflexbewegung II. 437.
 Reflexempfindung II. 435.
 Reflexfasern II. 408. 463.
 Reflexgesetze II. 453.
 Reflexirradiation II. 453.
 Reflexmotorische Fasern II. 390.
 Regeln III. 66.
 Regenbogenhaut s. Iris.
 Register der Stimme II. 718.
 Rehei, Entwicklung III. 193. 196. 211.
 231. 234.
 Reinigung, monatliche III. 66.
 Reitbahnbewegung II. 550.
 Reizung d. Nerven, Allgem. I. 644.
 „ „ „ chemische I. 674.
 „ „ „ elektrische I. 645.
 „ „ „ mechanische I. 686.
 „ „ „ thermische I. 681.
 Reizung, latente I. 875.
 REMAK'sche Fasern I. 587.
 Resonanz im Labyrinth II. 131.
 „ des Stimmorgans II. 715.
 „ des Trommelfells II. 118.
 Resorption im Darm I. 326.
 „ durch die Haut I. 542.
 Respiration I. 382; II. 527.
 „ Chemismus I. 407; II. 531.
 „ Einfluss auf d. Kreislauf I. 114.
 „ Mechanik I. 389.
 Respirationsorgane I. 389.
 Rete vasculosum III. 103.
 Retina II. 155.
 Revolution des Weibes III. 86.
 Rheochord I. 671.
 Rheoskop, physiol. I. 608.
 Rhodankalium I. 227. 820. 840.
 Rhythmus der Athembewegung I. 398;
 II. 527.
 Rhythmus der Herzbewegung I. 74; II.
 514.
 Richtung, Hören II. 149.
 „ Sehen II. 316.
 Richtungslinie II. 187. 316.
 Richtungsstrahl II. 195.
 Riechnerv s. Olfactorius.
 Rigor mortis I. 838.
 Rindensubstanz des Gehirns II. 478.
 Rippenhautplatte III. 222.

RITTER'scher Tetanus I. 661.
 RITTER-VALLI's Gesetz I. 703.
 Rollbewegung II. 555.
 Rollnerv s. Trochlearis.
 ROSENMUELLER'sches Organ III. 130.
 Rückenfurche III. 205.
 Rückenmark II. 374.
 „ Einfluss auf Arterien II. 471.
 „ „ „ Lymphherz II.
 472. 540.
 Rückenmark, Einfluss auf Pupille II. 492.
 Rückenmarksnerven II. 467. 541.
 Rückenmarksseele II. 437.
 Rückenmarkswurzeln II. 374. 384.
 Rückensaite III. 205.
 Rückentafel III. 209.
 Rumpfhöhle, Bildung III. 214.
 Ruthe, männliche III. 121. 132. 148.

S.

Saamen III. 9. 87.
 Saamenblasen III. 104.
 Saamenfäden III. 88.
 „ Bewegung III. 92.
 „ Eindringen in's Ei III. 152.
 „ der Kryptogamen III. 156.
 „ Veränderungen im Ei III.
 160.
 Saamenkanälchen III. 103.
 Saamenkörperchen s. Saamenfäden.
 Saamenleiter s. Vas deferens.
 Sackträgerschmetterlinge, Parthenogen.
 III. 140.
 Salz, Resorption I. 350.
 Salzsäure im Magensaft I. 235.
 Sarcous elements I. 782.
 Sarkin I. 51. 483. 499.
 Sarkolem I. 777.
 Sauerstoffconsumtion I. 411.
 Saugen I. 406.
 Schaamlippen III. 132.
 Schafhaut s. Amnion.
 Schafwasser III. 243.
 Schalenhaut des Vogeleies III. 83. 244.
 Schärfe des Sehens II. 307.
 Schatten, farbige II. 279.
 Schauder II. 52.
 Scheide III. 58. 131.
 SCHEINER'scher Versuch II. 207.
 Schilddrüse I. 188.
 Schleim I. 538.
 Schleimblatt s. Blatt.
 Schleimkörperchen I. 539.
 Schleimstoff I. 540.
 SCHLEMM'scher Kanal II. 170.
 Schliessungszuckung I. 646. 771.
 Schlingen I. 276; II. 569.
 Schluchzen I. 406.
 Schlund I. 212.
 Schlundplatten III. 219.
 Schlürfen I. 406.
 Schmecken s. Geschmack.
 Schmerz II. 52.
 Schnarchen I. 407. 731.
 Schnecke II. 93. 133.
 Schnopern I. 406; II. 79.
 Schnüffeln I. 406.
 Schreien II. 725.
 Schultergelenk II. 635.
 Schwangerschaft III. 252.
 Schwankung, negative des Nervenstroms
 I. 627.
 Schwankung, negative des Muskelstroms
 I. 802.
 Schwanzkappe III. 215.
 Schwefelcyankalium s. Rhodankalium.
 Schweiss I. 525.
 Schweissdrüsen I. 523.
 Schwellkörper III. 121.
 Schwerpunkt des Körpers II. 653.
 Secrete I. 470.
 Sehhügel II. 489. 546. 552.
 Sehnerv s. Opticus.
 Sehweite II. 213.
 Sehwinkel II. 322.
 Seidenspinner, Parthenogen. III. 141.
 Seitenkappe III. 232.
 Seitenplatten III. 207.
 Seitenstränge II. 375. 485.
 Semicanalialis spiralis II. 94.
 Sensibilität, rückläufige II. 432.
 Sensorium im Rückenmark II. 437.
 Seröse Gefässe I. 61.
 Serum I. 24.
 Seufzen I. 406.
 Sinnesblatt s. Blatt.
 Sinnesnerven im Allgemeinen II. 1.
 Smegma praeputii I. 535.
 Sopran II. 724.
 Speckhaut I. 25.
 Spectrum II. 262.
 Speichel I. 226. 272.
 Speichelabsonderung I. 228; II. 571.
 Speicheldrüsen I. 211.
 Speichelkörperchen I. 226.
 Speichelstoff I. 227.
 Speiseröhre I. 212.
 Sperma s. Saamen.
 Spermatin III. 120.
 Spermatozoen s. Saamenfäden.
 Sphygmograph II. 100.
 Spiegelung im Auge II. 196.
 Spinalganglien II. 583.
 Spinalnerven II. 467. 541.
 Spiralplatte II. 93.
 Spirometer I. 401.
 Splanchnicus II. 598.
 Sprache II. 732.
 Sprunglauf II. 673.
 Spüren II. 79.
 Stäbchen der Retina II. 155. 258.

Stärkmehl, Verdauung I. 264. 273. 307. 314.
 Stärkmehl, thierisches I. 139. 151; II. 573.
 Stehen II. 652.
 Steifung s. Erection.
 Steigbügel II. 112.
 Steigbügelmuskel II. 125.
 Stereoskopie II. 349.
 Stickstoff, Ausscheidung I. 411. 555.
 Stimme II. 675. 724.
 Stimmbänder II. 681.
 Stimmkasten II. 679.
 Stimmlage II. 723.
 Stimmnerven II. 572.
 Stimmorgan II. 677.
 Stimmritze II. 513. 685.
 Stimmumfang II.
 Stoffwechsel im Allgemeinen I. 1.
 „ „ Speciellen I. 545.
 Stottern II. 746.
 Strahlen, chemische, unsichtbare II. 261.
 „ ultraviolette II. 266.
 Streifenhügel II. 546. 551.
 Strychnin II. 456.
 Sublingualdrüse I. 211.
 Submaxillardrüse I. 211; II. 498. 504.
 Substanz, ästhesodische II. 419.
 „ kinesodische II. 424.
 „ weisse u. graue II. 375. 474.
 Sülze, WHARTON'sche III. 243.
 Summationstöne II. 142.
 Superfötation III. 254.
 Sympathicus II. 508. 575.
 „ Einfluss auf Ernährung II. 606.
 Sympathicus, Einfluss auf Gefässe II. 600.
 „ „ Herz II. 611.
 „ „ Pupille II. 493.
 Syntonin I. 791.
 Systole I. 74.

T.

Tachistoskop II. 353.
 Talgdrüsen I. 535.
 Tapetum II. 203.
 Tastempfindungen II. 720.
 Tastkörperchen II. 13.
 Tastorgane II. 11.
 Tastsinn II. 11.
 Taurin I. 241.
 Taurocholsäure I. 241.
 Taurylsäure I. 501.
 Temperatur, Abhängigkeit von Nerven II. 600.
 Temperatursinn II. 33.
 Tenor II. 724.
 Tensor chorioideae II. 175. 226.
 „ tympani II. 118.

Tetanomotor I. 688.
 Tetanus I. 628. 661. 771. 851.
 Thoracometer I. 393.
 Thränen I. 541; II. 498.
 Thymusdrüse I. 183.
 Todtenstarre I. 838.
 Tonempfindungen II. 138.
 Tonsillen s. Mandeln.
 Tonus der Muskeln I. 113; II. 471. 604.
 Tracheen I. 384.
 Tractus olfactorius II. 487.
 „ opticus II. 488.
 Transsudate, seröse I. 488.
 Trennungslinien der Netzhaut II. 338.
 Trigemini I. 229; II. 64. 495.
 Trochlearis II. 494.
 Trommelfell II. 108.
 Trompete, EUSTACH'sche II. 127.
 „ FALLOPI'sche III. 81.
 Trophische Nerven II. 606.
 Tuba s. Trompete.
 Tuber cinereum II. 498.

U.

Ueberfruchtung III. 254.
 Umhüllungshaut III. 199.
 Umlaute II. 737.
 Urachus III. 235.
 Urari I. 333. 813.
 Urin s. Harn.
 Urnieren III. 139. 222.
 Uroglauzin I. 500.
 Urohämatin I. 501.
 Urplättchen der Wirbel III. 205.
 Urwirbelplatten III. 207.
 Urzeugung III. 5.
 Uterindrüsen III. 57. 239.
 Uterus III. 57. 131. 238.
 Uterus masculinus III. 130.

V.

Vagina III. 58. 131.
 Vagus II. 509. 572.
 Vas deferens III. 104.
 Vasa aberrantia HALLERI III. 180.
 „ „ der Leber I. 143.
 „ serosa I. 61.
 Vasomotorische Nerven II. 600.
 VATER'sche Körperchen II. 17.
 Vena terminalis III. 227.
 Venae omphalomesentericae III. 227.
 Venen I. 59.
 Veratrin I. 821. 840.
 Verdaulichkeit d. Nahrungsmittel I. 298.
 Verdauung im Allgemeinen I. 203.
 „ der Eiweisskörper I. 280. 311. 314.

Verdauung der Fette I. 304. 308.
 des Stärkmehls I. 273. 292.
 307. 314.
 Verdauung des Zuckers I. 292. 318.
 Verdauungswerkzeuge I. 208.
 Verdichtung der Muskeln I. 872.
 Vereinigungshaut, obere III. 232.
 Vereinigungspunkte, conjugirte II. 187.
 Verkürzung der Muskeln s. Contraction.
 Vernix caseosa I. 535; III. 244.
 Versuch, PURKINJE-SANSON'scher II. 196.
 „ SCHEINER'scher II. 207.
 Vesicula germinativa III. 28.
 „ prostatica III. 130.
 Vestibulum s. Vorhof.
 Vierhügel II. 489. 492. 556.
 Visceralbogen III. 224.
 Visceralfortsätze III. 224.
 Visceralhöhle III. 214.
 Visceralplatten III. 209.
 Visceralspalten III. 224.
 Visirebene II. 336.
 Vitellin III. 52.
 Vocale II. 734. 737.
 Vogelei III. 32. 83.
 VOLTA'sche Alternative I. 732.
 Vorderdarm III. 218.
 Vorderhirn III. 208.
 Vorderhörner der grauen Substanz II. 375.
 Vorderstränge II. 375. 482.
 Vorhof des Gehörorgans II. 91. 131.
 „ „ Herzens I. 75; II. 519.
 Vox clandestina II. 732.
 Vulva III. 58.

W.

Wachsthum I. 573.
 Wärme, thierische I. 456; II. 600.
 Wärmestarre I. 844.
 Wärmestrahlen II. 261.
 Wandungsstrom I. 66.
 WEBER'sches Organ s. Uterus masculinus.
 Wehen III. 253.
 Weitsichtigkeit II. 214.
 Wettstreit der Sehfelder II. 342.
 WHARTON'sche Sülze III. 243.
 Wimperbewegung s. Flimmerbewegung.
 Windrohr der Zungenwerke II. 698.
 Windstärke, Einfl. auf Tonhöhe II. 693.
 Windungen des Gehirns II. 558.
 Wirbelarterien III. 226.

Wirbelkern III. 209.
 Wirbelplättchen III. 205.
 Wirbelsäule, Mechanik II. 628.
 Wirbelsaite s. Chorda dorsalis.
 WOLFF'scher Körper III. 139.
 Wollust II. 52; III. 147.
 Wundernetze I. 57.
 Wurmformiger Anhang I. 225. 320.
 Wurzeln d. Spinalnerven II. 374. 384. 581.

X.

Xanthicoxyd I. 156. 252. 499.
 Xanthoglobulin I. 156.
 Xanthin I. 499.

Z.

Zapfen der Retina II. 155. 258.
 Zähne I. 209.
 „ der Schnecke II. 94.
 Zerstreuungskreise II. 204.
 Zeugung im Allgemeinen III. 1.
 Zeugungsarten III. 4.
 Zeugungseinrichtungen, männliche III. 121.
 „ weibliche III. 56.
 Zickzackbiegungen der Muskeln I. 853.
 Zona denticulata II. 93.
 „ pectinata II. 93.
 „ pellucida III. 28.
 Zonula Zinnii II. 171.
 Zotten des Chorion III. 147. 241. 246.
 „ „ Dünndarms I. 216.
 Zucker I. 51. 264. 273. 292. 347. 367. 450.
 499; II. 535. 570; III. 55. 251.
 Zuckung, secundäre vom Muskel aus I.
 804.
 Zuckung, secundäre vom Nerven aus I.
 626.
 Zuckung, paradoxe I. 609.
 „ unipolare I. 607.
 „ zeitlicher Verlauf I. 873.
 Zuckungsgesetz I. 653. 709. 831. 847.
 Zunge I. 272; II. 17. 61.
 Zungenlaute II. 742.
 Zungenpfeifen II. 705.
 Zungenschlundkopfnerv s. Glossopharyn-
 geus.
 Zungenwerke II. 690.
 Zwangsbewegungen II. 549.
 Zwitter III. 24. 133.

Funke, Otto,

Lehrbuch der Physiologie für akademische Vorlesungen und zum Selbststudium

Bd.: 3. (1860). - IV, 268 S.

Leipzig 1860

Regensburg, Staatliche Bibliothek -- 999/Med.1074(3

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11107048-7